

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIEROS AMBIENTALES

TEMA:
CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE LA
PARROQUIA AYORA Y SU POTENCIAL USO COMO ABONO DENTRO
DE UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE DE LA ZONA

AUTORES:
MORALES PONCE LENIN FABRICIO
ROCHA CAJAS PAÚL ANDRÉS

TUTOR:
RONNIE XAVIER LIZANO ACEVEDO

Quito, enero del 2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Lenin Fabricio Morales Ponce, con documento de identificación N.º 1722402862, y Paúl Andrés Rocha Cajas con documento de identificación N.º 1722335393, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: **CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE LA PARROQUIA AYORA Y SU POTENCIAL USO COMO ABONO DENTRO DE UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE DE LA ZONA**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIEROS AMBIENTALES, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.


.....

Lenin Fabricio Morales Ponce

1722402862


.....

Paúl Andrés Rocha Cajas

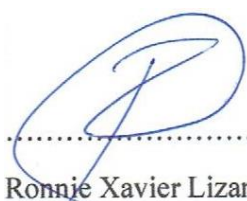
1722335393

FECHA: Enero, 2019

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo experimental, **“CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE LA PARROQUIA AYORA Y SU POTENCIAL USO COMO ABONO DENTRO DE UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE DE LA ZONA”**, realizado por Lenin Fabricio Morales Ponce y Paúl Andrés Rocha Cajas, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, enero del 2019



Ronnie Xavier Lizano Acevedo

171429158-8

DEDICATORIA

A mi madre, por su incondicional apoyo y esfuerzo que me ha brindado en el transcurso de mi vida universitaria, por otorgarme el privilegio de estudiar para llegar a ser un profesional, por darme fortaleza en tiempos difíciles, gracias a ti hoy soy la persona que soy.

A mi padre, por ser la persona que escucha mis dudas e inquietudes y ser un excelente guía en los momentos claves de mi vida.

A mis abuelitos, por ser el pilar de la familia, por ser las personas más orgullosas por los éxitos de su nieto, por confiar y estar siempre al pendiente de mí.

A mi hermana, por ser la alegría de la casa y sacarme sonrisas cuando más lo necesitaba.

A mi novia, que con sus palabras de aliento me motivaron a seguir adelante, a no dejarme vencer y a luchar por mis sueños más anhelados. Y a mis amigos que siempre estuvieron ahí acompañándome en este largo camino.

A todos ustedes les dedico el presente proyecto, que, sin sus críticas, comentarios y consejos, no lo hubiera podido culminar.

Lenin

DEDICATORIA

A mi madre María, por apoyarme en cada etapa de mi vida, por brindarme la oportunidad de prepararme profesionalmente y por enseñarme que frente a cada adversidad que se presente se debe salir adelante y no desfallecer, pero más que nada su paciencia y amor incondicional

A mis tías Paulina y Ximena, quienes desde pequeño me han cuidado, aconsejado e inculcado valores los mismos que me han servido para formarme como una persona de bien.

A mis abuelitos María y Juan, por ser ese pilar necesario en mi vida quienes todas las mañanas con sus bendiciones me impulsaban a terminar esta etapa universitaria.

A mis primos David y Paula, por alegrar mis días con cada ocurrencia suya y mucho más por la compañía que me brindan.

Y a todas las personas, amigas, amigos que me han permitido ser parte de su vida me han apoyado para culminar una de las tantas etapas de mi vida.

Paúl

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos, a Dios por otorgarnos la fortaleza para superar cada uno de los obstáculos que se presentaron a lo largo nuestra carrera universitaria.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por abrirnos sus puertas y guiarnos en nuestra formación profesional.

A la carrera de Ingeniería Ambiental y sus docentes, por los conocimientos compartidos, su incondicional apoyo y al tiempo que compartimos en las aulas de clase.

A nuestro tutor de tesis, Msc. Ronnie Lizano quien, con su total apoyo, nos brindó sus conocimientos, experiencia y motivó a culminar nuestro estudio con éxito. Ha sido una experiencia enriquecedora haber trabajado a su lado.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora por permitirnos realizar el estudio dentro del territorio.

Al presidente de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la Parroquia Ayora, Ing. Javier Flores y a todas las personas que conforman esta institución, por prestar sus instalaciones para realizar el estudio de caracterización y elaboración del compost.

A nuestra guía dentro y fuera de la parroquia Msc. Carolina Moya por el apoyo logístico y administrativo del proyecto.

Lenin y Paúl

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	1
1.2. Preguntas de Investigación.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo General.....	5
2.2. Objetivos Específicos.....	5
3. MARCO TEÓRICO	6
3.1. Residuo sólido (RS).....	6
3.2. Residuos sólidos urbanos (RSU)	6
3.3. Indicador Ambiental	7
3.4. Metabolismo social	7
3.4.1. Ciclos y flujos biológicos.....	7
3.4.2. Los cinco procesos metabólicos	8
3.4.3. Los tres mega – ambientes del metabolismo en el espacio	10
3.4.4. El metabolismo rural.....	10
3.5. Agroecología	11
3.6. Ecología política de la basura.....	11
3.7. Ecologismo de la basura	11
3.7.1. Ecologismo conservacionista	12

3.7.2.	Ecologismo ecoeficientista.....	12
3.7.3.	Ecologismo popular o ecología política.....	12
3.8.	Injusticia ambiental.....	12
3.9.	Geografía crítica	13
3.10.	Urbanización – descampesinización.....	14
3.11.	La acumulación de desperdicios y el desperdicio de las riquezas	14
3.12.	Economía Ecológica	14
3.13.	Economía Política de la actual basura neoliberal	15
3.14.	Valores de uso y valores de cambio	16
3.14.1.	Subsunción formal.....	16
3.14.2.	Subsunción real	16
3.15.	Clasificación de los residuos	17
3.15.1.	Clasificación por su naturaleza.....	17
3.15.2.	Clasificación por el origen	17
3.15.3.	Clasificación según su composición.....	17
3.15.4.	Clasificación según su posible utilización posterior.....	17
3.16.	Composición de los residuos sólidos	17
3.17.	Propiedades de los residuos sólidos.....	19
3.17.1.	Propiedades Físicas.....	19
3.17.2.	Propiedades químicas	20
3.18.	Caracterización de los residuos sólidos	20
3.19.	Generación de residuos sólidos	20

3.20. Compostaje.....	21
3.20.1. Fases del Compostaje anaerobio	21
3.20.2. Fases del compostaje aerobio	21
3.21. Etapas biológicas del proceso de compostaje	22
3.21.1. Consumidores primarios	22
3.21.2. Consumidores secundarios.....	23
3.21.3. Consumidores terciarios.....	23
3.22. Condiciones del proceso de compostaje	23
3.22.1. Temperatura	23
3.22.2. Humedad	23
3.22.3. pH:	24
3.22.4. Volteo y aireación.....	24
3.22.5. Relación carbono nitrógeno (C/N)	24
3.23. Tipos de residuos a ser utilizados para el compostaje	25
3.24. Técnicas de compostaje	25
3.24.1. Pila estática.....	25
3.24.2. Filas.....	26
3.24.3. Contenedores para compost	26
3.25. Compost	26
3.26. Tipos de compost.....	26
3.26.1. Compost tipo A.....	26
3.26.2. Compost tipo B.....	26

3.26.3. Compost inmaduro o tipo C	27
3.27. Costos unitarios	27
3.28. Costos privados	27
3.29. Costo variable	27
3.30. Costos Marginales	28
3.31. Valor Actual Neto (VAN)	28
3.32. Tasa de Inversión (TIR)	28
4. MATERIALES Y MÉTODOS	29
4.1. Materiales	29
4.1.1. Materiales de campo	29
4.1.2. Materiales de laboratorio	29
4.2. Metodología.....	30
4.3. Caracterización de residuos sólidos de la parroquia Ayora	30
4.3.1. Zona de estudio.....	30
4.3.2. Planificación por etapas del proceso de caracterización	33
4.3.3. Elaboración de la encuesta	33
4.3.4. Levantamiento de información.....	33
4.3.5. Determinación del número de muestras.....	34
4.3.6. Zonificación de la parroquia Ayora	37
4.3.7. Distribución de la muestra por estratos sociales	37
4.3.8. Ejecución de la encuesta a la muestra poblacional.....	38
4.3.9. Codificación de viviendas encuestadas.....	38

4.3.10.	Localización espacial de los puntos de muestreo	40
4.3.11.	Recolección de muestras por viviendas	41
4.3.12.	Determinación de la producción per cápita de los residuos sólidos	42
4.3.13.	Proyección de la producción per cápita de los residuos sólidos	43
4.3.14.	Determinación de la composición física de los residuos sólidos	44
4.3.15.	Determinación de la densidad de los residuos sólidos.....	47
4.3.16.	Determinación de la humedad de los residuos orgánicos	49
4.3.17.	Validación de la producción per cápita de los residuos sólidos	49
4.4.	Factibilidad para realizar un centro de gestión de residuos sólidos orgánicos con fines de bioinsumo para la agricultura de la zona	50
4.4.1.	Diseño de una compostera piloto para obtener compost	50
4.4.2.	Material compostable.....	51
4.4.3.	Formación de la pila de compost.....	52
4.4.4.	Control del proceso de compostaje.....	53
4.5.	Propuesta de adquisición de un carro recolector	55
4.5.1.	Sistema de recolección de residuos	55
4.5.2.	Entidad Ejecutora	56
4.5.3.	Plazo para la Ejecución.....	56
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
5.1.	Resultados de la caracterización de residuos sólidos en la parroquia Ayora 57	
5.1.1.	Producción per cápita (PPC)	57

5.1.2.	Validación de la producción per cápita.....	59
5.1.3.	Proyección de la población de Ayora	62
5.1.4.	Proyección de la producción per cápita de residuos de Ayora.....	65
5.1.5.	Proyección de la generación de residuos sólidos	66
5.1.6.	Volumen y densidad de residuos sólidos	67
5.1.7.	Composición de residuos sólidos de la parroquia Ayora.....	68
5.1.8.	Humedad de los desechos orgánicos	69
5.2.	Resultados de la encuesta a la población	71
5.3.	Resultados para analizar la factibilidad de implementar el centro de gestión de residuos sólidos.	78
5.3.1.	Resultados del Compost.....	78
5.3.2.	Factibilidad para el desarrollo de un centro de gestión de residuos sólidos para la obtención de bioinsumos	80
5.4.	Resultados de la adquisición del carro recolector	88
5.5.	Discusión general	97
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
6.1.	Conclusiones	102
6.2.	Recomendaciones	103
7.	BIBLIOGRAFÍA	104
8.	ANEXOS	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición de los residuos sólidos	18
Tabla 2 Tipos de residuos utilizados en el proceso de compost.....	25
Tabla 3 Materiales, equipos y herramientas utilizadas en campo	29
Tabla 4 Materiales y equipos utilizados en laboratorio	29
Tabla 5 Estratificación de la parroquia Ayora.....	36
Tabla 6 Códigos viviendas y número de habitantes del estrato A.....	39
Tabla 7 Códigos de viviendas y número de habitantes del estrato B	40
Tabla 8.....	40
Tabla 9 Ubicación espacial de las zonas de muestreo	41
Tabla 10 Material compostable	51
Tabla 11 Generación de residuos por día del estrato A	57
Tabla 12 Generación de residuos por día del estrato B	57
Tabla 13 Generación de residuos por día del estrato C	58
Tabla 14 Producción per cápita promedio de residuos del estrato A.....	58
Tabla 15 Producción per cápita promedio de residuos del estrato B.....	59
Tabla 16 Producción per cápita promedio de residuos del estrato C.....	59
Tabla 17 Validación de la producción per cápita	60
Tabla 18 Producción per cápita promedio por estratos sociales.....	61
Tabla 19 Proyección de la población, por años calendario, según cantones 2010 – 2020.....	63
Tabla 20 Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional.....	64
Tabla 21 Proyección de la población de Ayora.....	64
Tabla 22 Proyección de la producción per cápita de residuos de Ayora	65
Tabla 23 Proyección de la producción de residuos sólidos de Ayora	66

Tabla 24 Volumen y densidad de residuos sólidos.....	67
Tabla 25 Composición de residuos sólidos de la parroquia Ayora	68
Tabla 26 Humedad de los residuos del estrato A	70
Tabla 27 Humedad de los residuos del estrato B.....	70
Tabla 28 Humedad de los residuos del estrato C.....	70
Tabla 29 Cantidad de residuos orgánicos de la parroquia Ayora	78
Tabla 30 Temperaturas óptimas y temperaturas alcanzadas	79
Tabla 31 Cantidad de compost generado	83
Tabla 32 Costos privados de la construcción del centro de gestión de residuos sólidos	84
Tabla 33 Costos privados de las maquinarias	84
Tabla 34 Costos privados de los operarios del centro de gestión de residuos sólidos	84
Tabla 35 Costos fijos	85
Tabla 36 Comparación de precios de compost que se comercializan en Cayambe....	85
Tabla 37 Comparación de la composición porcentual P/P del compost	87
Tabla 38 Sectores y subsectores	88
Tabla 39 Impactos ambientales	89
Tabla 40 Costos privados del nuevo carro recolector con compactadora.....	90
Tabla 41 Costos privados por operarios.....	91
Tabla 42 Costos fijos	91
Tabla 43 Costos Marginales	92
Tabla 44 Matriz de marco lógico de propósito.....	95
Tabla 45 Matriz de marco lógico de componentes	95
Tabla 46 Matriz de marco lógico de fin	96
Tabla 47 Indicadores económicos VAN y TIR	96

Tabla 48 Tasa de cobro por el servicio de recolección	96
Tabla 49 Costo anual de diésel	96
Tabla 50 Densidad y Humedad por Tipo de residuo	98

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo del número de muestra	34
Ecuación 2 Cálculo de la producción per cápita.....	43
Ecuación 3 Cálculo de la composición porcentual de residuos sólidos.....	47
Ecuación 4 Cálculo de la densidad de residuos sólidos	48
Ecuación 5 Cálculo de la humedad de residuos orgánicos	49
Ecuación 6 Validación de la producción per cápita de los residuos sólidos	50
Ecuación 7 Cálculo desviación estándar	50
Ecuación 8 Validación de la producción per cápita.....	60
Ecuación 9 Cálculo poblacional	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procesos metabólicos entre la sociedad y la naturaleza	9
Figura 2 Procesos metabólicos	10
Figura 3 Localización de la parroquia con respecto al cantón Cayambe	31
Figura 4 Mapa de la parroquia Ayora	32
Figura 5 Planificación por etapas del proceso de caracterización.	33
Figura 6 Distribución de la muestra.....	37
Figura 7 Ejecución de la encuesta y entrega del kit de fundas	38
Figura 8 Sticker de codificación de vivienda encuestada	39
Figura 9 Ubicación espacial de las zonas de muestreo	41
Figura 10 Recolección de muestras por viviendas	42
Figura 11 Pesaje de fundas de residuos	43
Figura 12 Determinación de densidad de residuos sólidos	48
Figura 13 Planta piloto para compostaje	51
Figura 14 Esquema de formación de una pila de compost en la compostera piloto...	53
Figura 15 Control de temperatura del compost	53
Figura 16 Control de pH del compost.....	54
Figura 17 Control en la aireación del compost.....	55
Figura 18 Proyección de la población de Ayora.....	65
Figura 19 Proyección de la producción per cápita de la parroquia Ayora	66
Figura 20 Proyección de la generación de residuos sólidos anuales de la parroquia Ayora.....	67
Figura 21 Composición porcentual de residuos sólidos generados en la parroquia Ayora.....	69
Figura 22 ¿Cuántas personas viven en su hogar?	71

Figura 23 : ¿Dónde realiza usted sus compras?.....	72
Figura 24 ¿Con qué frecuencia hace sus compras semanales?	72
Figura 25 ¿Cuánto gasta en sus compras semanales?	73
Figura 26 ¿Al momento de transportar sus víveres usted utiliza?	73
Figura 27 ¿Conoce usted qué es el reciclaje de residuos, clasifica o no clasifica?	74
Figura 28 ¿Conoce usted qué es el reciclaje de residuos, clasifica o no clasifica?	74
Figura 29 ¿Cuál es el tipo de residuo que más genera en su hogar?	75
Figura 30 ¿Qué tipo de residuo usted clasifica?	75
Figura 31 ¿Si clasifica los residuos como los utiliza?	76
Figura 32 ¿Cuántas fundas o empaques desecha diariamente en su hogar al realizar las compras?	76
Figura 33 ¿Qué tratamiento cree usted que se debería dar a los desechos orgánicos domésticos?	77
Figura 34 ¿Estaría usted dispuesto a clasificar los desechos mediante un adecuado asesoramiento?.....	78
Figura 35 Costos marginales privados, social y beneficios	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta realizada a la población.	116
Anexo 2 Registro por estrato de viviendas empadronadas	118
Anexo 3 Sticker de codificación para viviendas	121
Anexo 4 Análisis de laboratorio del compost	121
Anexo 5 Localización del centro de gestión de residuos sólidos	122
Anexo 6 Distribución del centro de gestión de residuos sólidos	123

SIGLAS Y ABREVIATURAS

A = Apropiación

C = Consumo

C/N = Relación carbono nitrógeno

CEPIS = Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

D = Distribución

E = Excreción

GIRS = Gestión integral de residuos sólidos

HDPE = Polietileno de alta densidad

INEC = Instituto Nacional de Estadística y Censos

JAAPS = Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de la Parroquia

Ayora

LDPE = Polietileno de baja densidad

MAC = Medio ambiente conservado

MAE = Ministerio del Ambiente

MAS = Medio ambiente social

MAT = Medio ambiente transformado

MAU = Medio ambiente utilizado

ONU = Organización de las Naciones Unidas

P = Unidad básica de apropiación

PETE = Polietileno tereftalato

PGIRS = Plan de Gestión Integral de Desechos Sólidos

PP = Polipropileno

PPC = Producción per cápita

PS = Poliestireno

PVC = Cloruro de Polivinilo

RS = Residuos sólidos

RSU = Residuos Sólidos Urbanos

SENPLADES = Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

T = Transformación

TIR = Tasa de inversión

VAN = Valor actual neto

RESUMEN

La Constitución del Ecuador vigente a partir del año 2008 reconoce, el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza, además se preocupa de las actividades que generen impactos al ambiente.

El presente proyecto se realizó en las instalaciones de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento, ubicada en la parroquia San José de Ayora, provincia de Pichincha, cantón Cayambe, dicho proyecto tuvo como objetivo realizar la caracterización de residuos sólidos que se generan dentro de la parroquia, para lo cual se siguió la metodología propuesta por el Dr. Kunitoshi Sakurai, en su documento llamado Método sencillo del análisis de residuos sólidos, disponible en el CEPIS. Esta metodología permite conocer la cantidad y composición de los residuos, parámetros que son necesarios para implementar alternativas sustentables para reducir o mitigar los impactos ambientales que son generados por los residuos.

El estudio identificó que en la parroquia Ayora, el PPC es $0,27 \frac{Kg}{hab*día}$, esta cantidad es el promedio del aporte del estrato A (0,43), B (0,17) y C (0,21), los datos en cuanto a la composición de residuos son: materia orgánica (43,65%), residuos reciclables fundas (13,61%), botellas (4,54%), Papel (4,15%), cartón (4%), y residuos peligrosos (18,02%). Como producto final del estudio, se propone una alternativa para aprovechar los residuos orgánicos y construir un centro de gestión de bionsumos que permita generar compost el mismo que será utilizado como abono para la agricultura de la parroquia Ayora.

ABSTRACT

The Constitution of Ecuador in force as of 2008 recognizes the right of people to live in a healthy and ecologically balanced environment, free from pollution and in harmony with nature, and is also concerned about activities that generate impacts on the environment.

This project was carried out in the facilities of the Drinking Water and Sanitation Administration Board, located in the San José de Ayora parish, province of Pichincha, Cayambe canton, this project aimed to carry out the characterization of solid waste generated within the parish, for which the methodology proposed by Dr. Kunitoshi Sakurai was followed, in his document called Simple method of solid waste analysis, available at CEPIS. This methodology allows to know the quantity and composition of the waste, parameters that are necessary to implement sustainable alternatives to reduce or mitigate the environmental impacts that are generated by the waste.

The study identified that in the Ayora parish, the PPC is $0,27 \frac{Kg}{hab*día}$ this amount is the average of the contribution of stratum A (0,43), B (0,17) and C (0,21), the data regarding the composition of waste are: organic matter (43,65%), recyclable waste bags (13,61%), bottles (4,54%), paper (4,15%), cardboard (4%), and hazardous waste (18,02%). As a final product of the study, an alternative is proposed to take advantage of organic waste and build a bonesumos management center that will generate compost that will be used as fertilizer for the agriculture of the Ayora parish

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

Con la revolución industrial a finales del siglo XVIII los residuos sólidos (RS), comienzan a ser considerados un problema mundial, “por el rápido crecimiento poblacional, la generación de nuevas alternativas industriales, el desarrollo del comercio, que hace que haya un incremento en el intercambio de productos, el constante consumo de los recursos naturales” (Sandra & Rocío, 2016), son algunas de las causas que favorecen al aumento de la contaminación ambiental, las cuales están claramente relacionadas con una incorrecta Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) (Bertolino, Fogwill, Chidiak, Cinquangelis, & Forgione, 2007).

“Los residuos sólidos orgánicos forman aproximadamente un 70% del volumen total de los residuos que se producen de las actividades dentro de las ciudades” (Penagos, Buzón, Vergara, & Molina, 2011), por este motivo es importante realizar un correcto Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), para que de esta manera se pueda implementar alternativas que permitan mitigar y reducir la generación de los mismos y así poder disminuir los distintos impactos ambientales que son procedentes por dichos residuos.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2017), en América Latina y el Caribe el volumen de residuos sólidos urbanos (RSU), alcanzó una cifra de 540.000 toneladas diarias, el 75% de dicha cifra corresponde a la fracción orgánica esto para los países de bajos ingresos, mientras que, para los países que cuentan con más recursos, el porcentaje se redujo a 36%, la fracción restante está compuesta por todos los residuos inorgánicos (papel, cartón, plástico entre otros).

En el Ecuador a partir del 2002, se comienza a tomar medidas con respecto a la producción de residuos tomando en cuenta que de un total de 221 municipios, 160

realizaban una inadecuada disposición de sus desechos depositándolos en los llamados botaderos a cielo abierto siendo así un foco de contaminación para el ambiente, por otra parte los 61 municipios faltantes contaban con rellenos controlados pero de igual manera no poseían un conocimiento técnico que ayude a mitigar o solucionar los problemas ambientales (MAE, 2010).

Para el año 2017 el país alcanzó una cifra aproximada de 4'139.512 Tm/año, de la cual “el 61% pertenece a residuos sólidos orgánicos, un 11% corresponde a plásticos, el 9,4% representa a la fracción de papel y cartón, mientras que el 2,6% a vidrio, el 2,2% representa a chatarra, y finalmente el 13,3% corresponde a otros” (MAE, 2017).

En el caso de la parroquia Ayora, la falta de separación de residuos en la fuente, es un problema que aqueja a la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de la Parroquia Ayora (JAAPS), debido a que el 54% del sector rural (sector disperso) y el 96% del sector urbano (sector amanzanado), utilizan el carro recolector para eliminar sus residuos y estos sean trasladados al relleno sanitario localizado en Santa Rosa de Pingulmí, los sectores urbanos y rurales sin cobertura del servicio que corresponden al 46% y 4% respectivamente, estos sectores usan otras alternativas para deshacerse de sus residuos como incinerarlos, enterrarlos o arrojarlos a quebradas ocasionando un deterioro en la calidad del ambiente de la parroquia (PDOT AYORA, 2015).

1.2. Preguntas de Investigación

- ¿Existe una diferencia entre los diferentes estratos socioeconómicos en términos de cantidad de residuos, calidad de servicio en la parroquia Ayora?
- ¿Cuáles son los sistemas de recolección de los RS para los diferentes estratos sociales en la parroquia Ayora?

- ¿Existe un uso potencial de los residuos orgánicos generados por la Parroquia para ser compostado y utilizado como abono orgánico?

1.3. Justificación

En muchas ciudades del mundo se dan daños ambientales por la acumulación de basura y esta realidad se ve reflejada en la parroquia Ayora, donde la aceleración del modelo económico, de urbanización, vinculado al crecimiento poblacional, ocasionan mayor producción de residuos, sin que este problema sea visible ante la sociedad y los tomadores de decisiones en el marco de sus competencias.

La importancia de llevar a cabo este estudio, es para proporcionar datos sobre la caracterización de los RSU los mismos que son producto de las diferentes actividades que se desarrolla en la parroquia Ayora, dado que, en la actualidad no se tiene información acerca de la problemática de la generación de residuos, se desconoce la cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos, de igual manera se desconoce la composición porcentual de los mismos, dato que es muy trascendental para poder buscar alternativas económicamente viables, socialmente justas y ambientalmente sustentables.

Para el estudio es importante considerar la cantidad de residuos orgánicos, debido a que son la base para aseverar que existe un uso potencial en los residuos, para lo cual se va a proponer la implementación de un centro de gestión, lugar donde se podrá dar un adecuado tratamiento a estos desechos orgánicos y de esta manera aprovecharlos en forma de compost, el mismo que podrá ser utilizado en proyectos de innovación agrícola dentro de la parroquia, evitando prácticas perjudiciales para la salud de la población y el ambiente.

1.4. Hipótesis

La cantidad de residuos sólidos orgánicos generados en la parroquia Ayora tiene un uso potencial para ser utilizado en el centro de gestión de residuos sólidos con fines de bioinsumo para el uso agrícola.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Caracterizar los desechos orgánicos de la parroquia Ayora y evaluar su potencial uso como abono agrícola.

2.2. Objetivos Específicos

- Conocer los parámetros necesarios para el diseño técnico de los sistemas de almacenamiento, barrido, recolección, transporte y disposición final de los desechos orgánicos de la parroquia Ayora.
- Reconocer el potencial uso de los desechos orgánicos para utilizarlo como abono para cultivos dentro de una agricultura sustentable.
- Analizar mediante indicadores económicos VAN y TIR, una alternativa que favorezca la adquisición de un carro recolector, para mejorar el sistema de recolección de residuos dentro de la parroquia Ayora.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Residuo sólido (RS)

Es cualquier producto que se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso, los cuales son originados por un proceso de extracción, transformación o utilización que carente de valor para su propietario, este decide abandonarlo (S.L, 2012).

3.2. Residuos sólidos urbanos (RSU)

Son producto de cualquier actividad humana dentro de las ciudades, estos residuos puede ser orgánicos e inorgánicos de origen doméstico, establecimientos educativos y barrido de calles (García, Toyo, Acosta, Rodríguez, & El Zauahre, 2014).

Este tipo de desechos depende de factores como el nivel socioeconómico de la población, consumo de productos, generación de desechos y además de implementar un adecuado sistema de gestión de residuo (Steiner & Wiegel, 2008).

La problemática del consumo ha ocasionado un incremento en la generación de residuos orgánicos e inorgánicos dentro de las ciudades, esto se debe al progreso en las actividades comerciales e industriales como también en los hábitos de consumo que tiene la población, es por esto que se debe contar con un adecuado sistema de GIRS, para poder aprovechar los desechos que pueden ser reciclados, evitando alterar el metabolismo sociedad-naturaleza, debido a que muchos de estos residuos van a ser depositados en un relleno sanitario sin un adecuado tratamiento (Donoso, 2017).

Las distintas disciplinas como la ecología política, la economía ecológica, la geografía crítica tienen estas miradas más amplias de ver al problema de los desechos a distintos niveles de la escala territorial tanto en lógicas urbanas como en rurales tomando en cuenta sus similitudes, diferencias, posibilidades y limitaciones de gestión.

3.3. Indicador Ambiental

Son parámetros o datos que proporcionan información sobre alteraciones en los ecosistemas, las mismas que son producto de las actividades cotidianas del ser humano (Díaz & Escárcega, 2009).

3.4. Metabolismo social

Según Toledo & González (2005) el metabolismo social “es el intercambio de flujos de materia y energía entre grupos sociales y el entorno donde se desarrollan” esta afirmación es corroborada por Mancheno (2014) quien afirma que este metabolismo tiene su origen cuando ciertos grupos personas, se apropian, circulan, transforman, consumen materia y energías que provienen directamente de recursos naturales y finaliza cuando excretan o eliminan materia que ya no tienen ningún valor considerándola como basura, siendo estos depositados en ecosistemas naturales contribuyendo a la degradación del ambiente.

Para Toledo (2008) el metabolismo social depende tanto de la ecología ya esta se encarga de las interacciones que tiene el ser humano con la naturaleza y la economía donde interviene todos los sistemas de producción, distribución y consumo de recursos que la sociedad necesita para sobrevivir.

3.4.1. Ciclos y flujos biológicos

Los ciclos y flujos biológicos están representados por energía endosomática la misma que es necesaria para el metabolismo, desarrollo y sustento de cada organismo o individuo de la sociedad y la energía exosomática que se utiliza para todas las actividades del diario vivir, además este tipo de energía externa no tiene algún límite en los seres humanos y dependerá del desarrollo en todas las actividades productivas de una sociedad. Actualmente, con el crecimiento poblacional, el ser humano necesita mayor cantidad de recursos para satisfacer sus necesidades básicas, produciendo una

gran cantidad de residuos los mismos que no podrán ser asimilables por la Tierra y su efecto de contaminación pondría en riesgo la salud humana (Solíz M. F., 2016).

3.4.2. Los cinco procesos metabólicos

Según Reina (2013) para comprender el contexto del metabolismo social se debe considerar los siguientes flujos de energía y materiales:

- **Flujos de entrada.** - Dan inicio al proceso con el ingreso de materias primas que se obtienen directamente de la naturaleza.
- **Flujos interiores.** - Convierten la materia prima en productos y distribuyen los bienes transformados siendo estos comercializados.
- **Flujos de salida.** - Se refiere al consumo de los productos y excreción de la materia utilizada en forma de residuos.

Entonces conociendo estos flujos de energía y materiales, el metabolismo social puede ser representado por cinco fenómenos:

Apropiación (A)

Es el intercambio que se realiza entre la sociedad y la naturaleza, para la obtención de materia prima necesaria para el desarrollo de la sociedad, es decir, los grupos sociales utilizan materia y todo tipo energías que las extraen de la naturaleza, para luego para producir bienes y servicios para su satisfacción.

Transformación (T)

Este fenómeno está relacionado con los cambios que realiza el ser humano a los recursos que obtiene de la naturaleza, los cuales después de un proceso son consumidos con otra finalidad.

Distribución (D)

También conocido como intercambio económico, tiene que ver con productos que están transformados en algún bien material o servicio y están listos para comercializarse y ser consumidos por grupos sociales a nivel mundial.

Consumo (C)

Este proceso metabólico está relacionado a los anteriores tres factores descritos (apropiación, transformación y distribución), debido a que tiene una estrecha relación en satisfacer las necesidades del ser humano, esto debe ser considerado por el nivel económico y el poder de acceso que tienen diferentes grupos sociales en el mercado.

Excreción (E)

Es el último proceso del metabolismo social, en este participa toda la sociedad, se arroja toda la materia utilizada, que ya no tiene valor de uso, y es desechada para que sea devuelta a la naturaleza, se debe considerar el tipo de residuo generado, es decir, si son asimilables o no por la naturaleza y si su capacidad de reciclaje (Toledo & González, 2005).

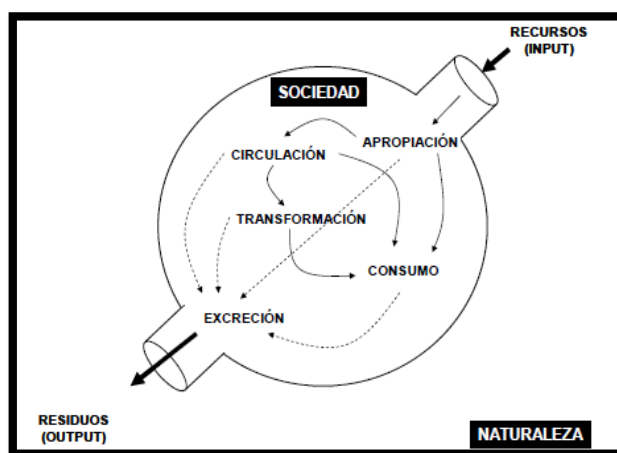


Figura 1 Procesos metabólicos entre la sociedad y la naturaleza
Fuente: Toledo (2008)

3.4.3. Los tres mega – ambientes del metabolismo en el espacio

Los principales mega ambientes más utilizados son medio ambiente utilizado (MAU), el medio ambiente transformado (MAT) y el medio ambiente conservado (MAC), estos se asocian al sector rural y urbano, además forman una representación de seis sectores que son: rural, urbano, industria, MAU, MAT y MAC, los mismos que incorporan las interacciones entre las relaciones sociedad-naturaleza. A partir de los tres mega ambientes antes mencionados, surge el medio ambiente social (MAS), donde este forma parte de la sociedad y es diferente a la Unidad básica de apropiación (P) en la cual se hace cambios de bienes materiales dentro de una unidad de producción rural (Toledo, 2008).

3.4.4. El metabolismo rural

El metabolismo rural es un metabolismo enfocado a las áreas y producción rural, las áreas rurales de este metabolismo son utilizadas como una fuente de trabajo, de esta manera el medio ambiente es transformado (MAT).

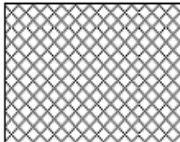







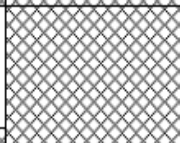
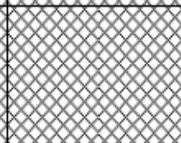


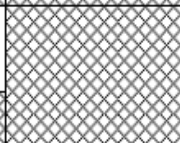

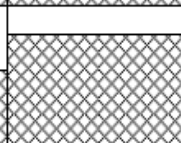
	<i>Apropiación</i>	<i>Circulación</i>	<i>Transformación</i>	<i>Consumo</i>	<i>Excreción</i>
Metabolismo Rural					
Metabolismo Urbano					
Metabolismo Industrial					

Figura 2 Procesos metabólicos
Fuente: Toledo (2008)

3.5. Agroecología

Según Leff (1994) “el conocimiento campesino tiene un gran potencial para diseñar técnicas que pueden ser utilizadas en una agricultura sustentable” y tomando en cuenta las afirmaciones de Laroche (2016) la agroecología busca estrategias sinérgicas, donde las relaciones campo – ciudad tengan una mejor interacción es decir, todos los desechos orgánicos que se producen en centros urbanos tengan un adecuado tratamiento para obtener abonos orgánicos, que sean utilizados por agricultores y permitan mantener la fertilidad del suelo evitando recurrir al uso de químicos.

3.6. Ecología política de la basura

Con el desarrollo de la sociedad en cuanto a un crecimiento poblacional, el alto índice de consumo de bienes y servicios para satisfacer las necesidades individuales han incrementado la excreción de materia y energía, agudizando la ruptura del metabolismo social, desencadenado en la subsunción formal y real de la basura al capital (Solíz M. F., 2017).

Esta alteración en el metabolismo social tiene como resultado un producto malsano donde las relaciones que tiene el ser humano con los ecosistemas es violenta, viéndose reflejada en problemas cada vez más destructivos para el ambiente, por las grandes cantidades de residuos que van a ser depositados en lugares no aptos para su disposición final, transformándose en basura la cual ya no cuenta con valor debido a que el periodo de su vida útil a culminado y es imposible darle algún tratamiento (Barreda, 2017).

3.7. Ecologismo de la basura

Para comprender el ecologismo de la basura se necesita abordar temas del ecologismo conservacionista, el ecologismo ecoeficientista y el ecologismo popular.

3.7.1. Ecologismo conservacionista

Este ecologismo busca alternativas para conservar la naturaleza a través de valores morales que deben ser practicados por el ser humano teniendo en cuenta el respeto por la naturaleza (Solíz M. F., 2017).

3.7.2. Ecologismo ecoeficientista

Se centra en la recuperación de desechos que pueden ser reinsertados en el mercado en alianza con las grandes corporaciones productoras de residuos, su objetivo final es generar la mayor cantidad de réditos económicos sin importar los costos sociales ni ecológicos (Solíz M. F., 2017).

3.7.3. Ecologismo popular o ecología política

Hace referencia al cuidado y conservación de la naturaleza, se basa en el cuidado que tienen las comunidades con los ecosistemas, evitando que los modelos de explotación afecten con la calidad del ambiente (Solíz M. F., 2017).

3.8. Injusticia ambiental

El crecimiento poblacional en las grandes ciudades incrementa el problema de generación de RSU, dificultando el proceso de un adecuado sistema de gestión y disposición final de residuos. Estos residuos deben ser transportados a lugares de la periferia de las grandes ciudades cada vez más lejanos. Y ninguna comunidad quiere tener cerca a lugares destinados a vertederos o rellenos sanitarios.

Las generaciones de desechos por parte de los sectores urbanos generan no solo problemas en su disposición final, “sino también una enorme marginalización de poblaciones que conviven con la contaminación producida por residuos pésimamente manejados que éstas, en la mayoría de los casos, no generan” (Donoso, 2017).

Es así que la injusticia ambiental hace referencia a una igualdad no solo social o cultural, sino también ambiental, generando de esta manera una marginalidad entre la sociedad y la naturaleza que la rodea. (Donoso, 2017).

Esta marginalidad se da por un incorrecto manejo de los residuos generados, producto del sistema capitalista en el que la región se encuentra inmerso, da origen a uno de los trabajos más excluidos de la sociedad, pero necesario para la recuperación de materiales, los recicladores.

Los recicladores han tenido injusticia no solo ambiental, sino también social, estas personas han sufrido por varios años la marginación social y presentan discriminaciones múltiples como: empobrecimiento, falta de acceso a servicios básicos, falta de acceso a salud pública, malas condiciones de trabajo y vivienda en malas condiciones. (Donoso, 2017).

La dinámica tendencial en el planeta se replica a nivel regional y local, donde las grandes ciudades, “ensucian los entornos campesinos o donde los desechos de los barrios ricos son depositados en los barrios pobres racialmente discriminados” Barreda (2017), lo que dificulta una correcta distribución espacial y territorial, respondiendo a la distribución de la basura como una exclusión de clases sociales e injusticia ambiental.

3.9. Geografía crítica

A nivel global, regional y local, la geopolítica de la basura tiene su origen en un dominio de explotación de los recursos naturales que se consumen en dirección norte - sur, centro - periferia o a nivel urbano - rural, de esta manera el capital genera valores de uso, donde “la generación de residuos domiciliarios es muy variable y está directamente relacionada con los hábitos de consumo y con el desarrollo económico” (Aguilar, 2009).

Esto hace que los “ciudadanos no sólo tengan que pagar por el tratamiento de los desechos generados durante la fase de producción, circulación y consumo, sino amortiguar los impactos de la contaminación creciente” (Solíz M. F., 2017).

3.10. Urbanización – descampesinización

Se trata de un proceso de inserción de personas del campo en sectores urbanos este problema se ve reflejado en un modelo de acumulación por despojo, donde las comunidades desplazadas y los grupos humanos que se encuentran cerca de proyectos que alteran la calidad del ambiente, se ven obligados a vender su fuerza de trabajo para poder subsistir (Solíz M. , 2015).

Esto da lugar a la producción de una gran cantidad de RS, que deben ser tratados desde su origen hasta su disposición final, con el propósito de preservar la salud de la población y conservar el ambiente (Donoso, 2017).

3.11. La acumulación de desperdicios y el desperdicio de las riquezas

Se fundamentada en el excesivo consumo de los recursos naturales, trasformando recursos renovables en no renovables, dicha transformación es el resultado de diferentes procesos de extracción, la cual actúa a grandes velocidades produciendo una pérdida de energía, esto hace que haya una ruptura en los ciclos naturales y se acumulen toneladas de residuos orgánicos e inorgánicos en los procesos metabólicos de los ecosistemas del planeta, esto es producto de la acción del ser humano, la misma que desemboca en un crecimiento permanente del sistema económico (Acosta & Martínez, 2017).

3.12. Economía Ecológica

La economía ecológica es un área de estudio interdisciplinaria que junta los sistemas económicos, ambientales y sociales, al estar relacionada con varias

disciplinas, se enfoca en las principales causas de contaminación ambiental generadas por el ser humano, es decir “la depredación y degradación de la naturaleza a través de la uso de recursos naturales a un ritmo no recuperable” Foladori (2001), dando como resultado la generación de grandes cantidades de residuos orgánicos e inorgánicos, los mismos que al ser reciclados se los puede otorgar una valoración económica (Morán , 2017).

3.13. Economía Política de la actual basura neoliberal

La basura hoy en día es la causa de varios problemas ambientales que tienen las grandes ciudades, convirtiéndose en una catástrofe social y ambiental de magnitudes épicas. “Como la generación de basura es resultado de un proceso general y un problema que afecta a toda la sociedad y la naturaleza, la sociedad capitalista delega su gestión al Estado” (Barreda, 2017).

El desarrollo industrial, la demanda y oferta de mercancías generan una dinámica del sistema capitalista donde la obtención de bienes y servicios ya no solo es para satisfacer las necesidades del individuo, sino para satisfacer sus vanidades. Esto genera una mayor cantidad de desechos procedentes tanto de los procesos industriales y del sector urbano.

Esto nos indica que el problema de la basura “ya no es coyuntural sino estructural, e incluso estratégica” Barreda (2017). Los problemas estructurales y estratégicos vienen de la mano y resultan claves para el desarrollo de ciertos sectores políticos, “los desechos se han estado convirtiendo no sólo en mercancías clave de la economía legal y criminal, e incluso en armas geopolíticas en manos de poderes municipales, estatales, nacionales o internacionales” (Barreda, 2017).

3.14. Valores de uso y valores de cambio

Es producto del metabolismo que existe entre la sociedad-naturaleza, es un valor cualitativo, en función de servicio de las cosas, es decir, “se toma como un valor de cambio, el mismo que a través del metabolismo social, puede volver a transformarse en valor de uso” (Toledo, 2008).

El valor de cambio es cuantitativo es un proceso social de intercambio, el mismo que es medido por dinero, este proceso de intercambio es producto de transferir bienes considerados como no valores de uso a bienes a los cuales se les otorga un valor de uso, presenciando así un metabolismo social (Toledo, 2008).

La crisis de la basura tiene dos caras, cuantitativa o formal y cualitativa o real, esta “crisis provocada por el capital sitúa a la sociedad como responsable y la obliga a pagar costos de tratamiento de residuos, los cuales son producto de un sistema de rápido crecimiento económico” (Solíz M. F., 2017).

3.14.1. Subsunción formal

Incremento cuantitativo de los productos descartados en cuanto a la determinación socio histórica de la crisis de la basura, está relacionada con los estratos sociales, la organización territorial y con los sistemas de producción y reproducción de productos (Solíz M. F., 2016).

3.14.2. Subsunción real

Se refiere a una reducción cualitativa del porcentaje de residuos orgánicos, sobre un incremento de residuos inorgánicos, industriales y radioactivos, esto ocasiona un cambio en la composición de los residuos que es producto de las clases sociales, el sistema de producción de un territorio, por lo tanto a “mayor desarrollo industrial de un territorio, mayor será la subsunción real de la basura bajo el capitalismo” (Solíz M. F., 2016).

3.15. Clasificación de los residuos

No existe una clasificación definida para los RS, ya que muchos de ellos dependen de las acciones humanas y las actividades económicas de una ciudad, es por esto que a continuación se muestra una forma de clasificar los residuos tomando en cuenta diferentes causas de generación.

3.15.1. Clasificación por su naturaleza

Según Castañón (2011) los residuos dependiendo de su naturaleza se pueden clasificar en: peligrosos, no peligrosos e inertes

3.15.2. Clasificación por el origen

Según Aguilar (2009) dependiendo del lugar de generación los residuos pueden clasificarse en: domésticos, industriales, agropecuarios, agroindustriales, especiales

3.15.3. Clasificación según su composición

Según Aguilar (2009) la composición los residuos dependen tanto de la materia viva como inerte, de esta manera se pueden clasificar en: orgánicos, inorgánicos

3.15.4. Clasificación según su posible utilización posterior

Dependiendo del grado de recuperación Aguilar (2009), clasifica a los residuos de la siguiente manera: reciclables, no recuperables, transformables

3.16. Composición de los residuos sólidos

Teniendo en cuenta la clasificación de los RS, es fundamental conocer sobre la composición descrita a continuación por Borja & Tigua (2015), es decir la materia que está conformado dicho desecho, esto posteriormente ayudará a optar por ciertas alternativas de reciclaje o dar una adecuada disposición final dentro de un relleno sanitario.

Tabla 1
Composición de los residuos sólidos

COMPOSICIÓN GENERAL	COMPOSICIÓN TÍPICA	COMPOSICIÓN ESPECÍFICA
Orgánica	Alimentos putrescibles	Alimentos
		Vegetales
	Papel y cartón	Papel
		Cartón
	Plásticos	PETE
		HDPE
		PVC
		LDPE
		PP
		PS
		Otros plásticos multicapas
	Tela	Productos textiles
		Alfombras
		Goma
		Pieles
Inorgánica	Residuos de jardín	Restos del jardín
	Madera	Madera
	Restos orgánicos	Huesos
	Metales	Latas
		Metales ferrosos
		Aluminio
		Metales no ferrosos
	Vidrio	Incoloros
		Coloreados
	Tierra, cenizas, etc.	Tierra, sólidos de desbaste
		Cenizas
		Piedras
		Ladrillos
	No clasificados	Objetos voluminosos

Fuente: Kiely (1999)

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

3.17. Propiedades de los residuos sólidos

Estas variables de los RS, tienen un alto grado de importancia, de tal manera que es fundamental tener conocimiento acerca de estos factores para estructurar un sistema de GIRS.

3.17.1. Propiedades Físicas

Dentro de las principales propiedades físicas de los residuos sólidos, se mencionan las siguientes:

- **Densidad**

Es el peso que tienen los residuos o algún material por unidad volumen, las unidades para expresar esta propiedad es $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$. A esta propiedad física también se lo conoce como peso específico por sus unidades, según Ríos (2009) la densidad de los desechos dependerá del grado de compactación, es decir del material donde sean depositados (fundas, contenedores, o camión recolector), para luego ser transportados a un relleno sanitario para su posterior tratamiento y disposición final.

- **Peso**

Hace referencia a la masa que posee un material o residuo sólido, este peso puede ser húmedo o seco y se lo obtiene tomando en cuenta el origen o fuente de generación, es decir antes de que el residuo haya pasado por algún tratamiento. Las unidades para expresar el peso de los residuos gramos (gr), kilogramos (Kg), toneladas (Ton) entre otras unidades de masa (Cajitambo, 2013).

- **Producción per cápita de residuos sólidos (PPC)**

Es un indicador de producción de residuos y se define como la cantidad de RS, que genera un habitante en unidad de masa por el transcurso de un día, depende del número de habitantes y el nivel socioeconómico. Las unidades para expresar esta propiedad son kilogramo por habitante por día $\left(\frac{kg}{habitante*día}\right)$ (Soto, 2016).

3.17.2. Propiedades químicas

- **Humedad**

Está definida por la cantidad de agua que contiene una muestra de residuos sólidos (Borja & Tigua, 2015), a esta propiedad se la debe tomar en consideración para realizar cálculos de generación de lixiviados tanto al momento de compactarlos como al momento de depositarlos en un relleno sanitario para su disposición final (Municipalidad distrital de Comas, 2014).

- **pH**

Permite conocer la alcalinidad o acidez que poseen los RS, este valor debe estar comprendido entre 0 y 14, es también un indicador de la toxicidad del lixiviado que se genera en un relleno sanitario (Solis, 2017).

- **Materia Orgánica**

Es la capacidad de degradación que tiene los RSU, permite determinar el total de biomasa que tiene una muestra de desechos (Solis, 2017).

3.18. Caracterización de los residuos sólidos

Es un proceso donde se identifican por medio de tomas de muestras en campo las propiedades físicas, mientras que por análisis de laboratorio se puede conocer las propiedades químicas y biológicas de los residuos (Rosemberg, 2014).

“Conocer sobre la caracterización de los RSU es de gran importancia, porque permitirá plantear o analizar proyectos para brindar un adecuado tratamiento y disposición final a los desechos que se generan en las ciudades” (Rosemberg, 2014).

3.19. Generación de residuos sólidos

Para el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2013), la generación de los RS, es considerada como el “instante en el cual los residuos son resultado del

diario vivir del ser humano, por lo que su fuente de origen puede ser comercial industria, hospitalaria entre otras”

3.20. Compostaje

Es un proceso donde la materia orgánica se degrada desprendiendo calor, el mismo que surge por la acción microbiana, esto hace que este proceso pase por diferentes etapas comenzando por una fase mesófila para luego pasar a una fase termófila y por último volver a una etapa mesófila esto ocurre durante el tiempo de maduración del compost (Martínez F. R., 2011).

3.20.1. Fases del Compostaje anaerobio

Las etapas que atraviesa el proceso de compostaje anaerobio según Barros (2010) son las siguientes:

- **Hidrólisis**

Consiste en un proceso de degradación de compuestos que tienen un alto peso molecular a otros que tienen su peso molecular es bajo.

- **Acidogénesis**

Los compuestos que tienen un bajo peso molecular como ácidos orgánicos se transforman a compuestos intermedios como por ejemplo el piruvato.

- **Metanogénesis**

Los compuestos intermedios son transformados a compuestos finales de metano y dióxidos de carbono.

3.20.2. Fases del compostaje aerobio

- **Mesófila**

La materia orgánica comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en los primeros días presenta algunas características, la temperatura aumenta hasta

llegar a 45°C, el pH puede variar de 4 – 4.5 y el tiempo que dura esta fase es entre dos a ocho días (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

- **Termófila**

La característica de esta fase es el aumento de la temperatura de 45°C a 60°C, apareciendo microorganismos termófilos los cuales facilitan la degradación de compuestos más complejos como lignina y celulosa, el pH aumenta levemente durante este proceso, al cual se lo conoce también como fase de higienización debido a las altas temperaturas que se alcanza se puede eliminar *Escherichia coli* y *Salmonella spp*, así como también quistes y huevos de helminto (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

- **Enfriamiento**

Una vez que se han agotado las fuentes de carbono y nitrógeno de los residuos orgánicos que están en descomposición, la temperatura desciende de 60°C a 40°C, aquí los microorganismos mesófilos degradan los últimos polímeros de celulosa y el pH se encuentra levemente alcalino (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

- **Maduración**

Esta fase puede demorar semanas a temperatura ambiente, se caracteriza por la formación de ácidos húmicos por la polimerización de compuestos carbonatados (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

3.21. Etapas biológicas del proceso de compostaje

Según Navarro (2002), algunos de los principales microorganismos benéficos que se pueden encontrar en una pila de compost son los siguientes:

3.21.1. Consumidores primarios

Estos microorganismos son los encargados de proporcionar una porosidad, la misma que facilita a la aeración de la pila de compost evitando así la generación de malos olores ocasionado por microorganismos anaerobios.

3.21.2. Consumidores secundarios

Son los encargados de eliminar a otros microorganismos que afectan a la calidad del compost como por ejemplo los nematodos quienes ayudan a controlar las poblaciones de bacterias, los nematodos se alimentan de bacterias, protozoarios y esporas de hongos.

3.21.3. Consumidores terciarios

Eliminan algunos microorganismos consumidores que se encuentran en la pila de compost, por ejemplo, escarabajos que obtienen sus nutrientes a partir de algunas semillas u otra materia vegetal.

3.22. Condiciones del proceso de compostaje

3.22.1. Temperatura

Es un parámetro primordial para el proceso de compostaje, ya que si la temperatura es mayor y por un largo período de tiempo esta facilitará la velocidad de degradación de los residuos orgánicos a ser utilizados, además favorecerá a la higienización de la pila de compost permitiendo tener un abono orgánico libre de patógenos (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Según Navarro (2002), algunos de los microorganismos que se desarrollan a diferentes rangos de temperatura son las siguientes:

Psicrofílicas. - Estos microorganismos se desarrollan a partir de -18°C hasta 18°C.

Mesofílicas. - Estos microorganismos se desarrollan a partir de 5°C hasta 43°C.

Termofílicas. - Estos microorganismos se desarrollan a partir de 40°C hasta 93°C.

3.22.2. Humedad

Es un factor importante, ya que el porcentaje de agua que se encuentre en el material de compostaje servirá para que los microorganismos puedan realizar sus funciones biológicas, es necesario el control de este parámetro debido a que si se tiene un elevado

porcentaje de humedad la materia pasaría a un proceso de putrefacción, por lo contrario, si la presencia de humedad es baja la materia orgánica que se encuentran en descomposición tardaran mucho más tiempo en degradarse. Se debe tomar en cuenta que el porcentaje adecuado de humedad esta entre 40% a 60% esto varia debido a la mezcla o la materia orgánica que se esté utilizando (Pérez, 2008).

3.22.3. pH:

Al iniciar el proceso de compostaje el pH baja, debido a la degradación de los ácidos orgánicos que se encuentran en la materia compostable, en las siguientes etapas el pH sube hasta llegar a 7 (neutro), para lograr esto es necesario controlar el aporte de materia rica en oxígeno y nitrógeno (Rodríguez, 2014).

3.22.4. Volteo y aireación

El oxígeno es un elemento primordial para el desarrollo de los microorganismos, ya que ayuda a cumplir los sus procesos metabólicos y de esta manera se pueda degradar la materia orgánica, es por esto que la presencia de oxigeno no debe faltar en este proceso, debido a que la ausencia del mismo generaría mal olor conllevando a un producto final de baja calidad (Pérez, 2008).

Posteriormente al finalizar cada volteo, hay un descenso de temperatura de entre 5 a 10°C, la mismo que vuelve a subir por la acción de descomposición de materia orgánica que realizan los microorganismos (Cordova, 2016).

3.22.5. Relación carbono nitrógeno (C/N)

Se refiere al porcentaje de carbono con respecto al porcentaje de nitrógeno que tiene el suelo o sustrato, cuando existe una relación carbono nitrógeno (C/N) determinada dentro del sustrato, puede ser beneficiosa para la agricultura, ya que existirá la posibilidad de proveer nutrientes para la planta. De acuerdo a Meléndez & Soto (2003), una relación C/N apropiada está en un rango de 25 a 35. Cuando la relación

C/N es alta la degradación de los residuos orgánicos será más lenta, por otra parte si la relación C/N es baja existirá una pérdida de nitrógeno por falta de estructuras de carbono que permiten la retención del mismo (Sztern & Pravia, 1999).

3.23. Tipos de residuos a ser utilizados para el compostaje

Para poder producir un compost de buena calidad es necesario utilizar una variedad de materia orgánica tanto de rápida y lenta descomposición, se debe tomar en cuenta que mientras más triturados sean menor será el tiempo de degradabilidad.

A continuación se muestra un listado de materia compostable según Pérez (2008):

Tabla 2

Tipos de residuos utilizados en el proceso de compost

Rápida descomposición	Lenta descomposición	No compostar
Hojas frescas	Bolsas de té y café	Carne y pescado
Restos de césped	Paja y heno	Productos derivados de la leche
Estiércol de animales de corral	Restos de plantas	Productos que contengan levaduras o grasas
	Ramas de podadas	Ceniza de carbón y de coque
	Serrín y virutas de madera	Heces de perros y gatos
	Cáscaras de huevo	Pañales desechables
	Cáscaras de frutos secos	Revistas ilustradas
		Restos de aspiradora
		Filtros de cigarrillos

Fuente: García & González, (2017)

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

3.24. Técnicas de compostaje

Las principales técnicas que menciona Navarro (2002) y que pueden ser aplicables para poder producir compost a partir de residuos orgánicos son las siguientes:

3.24.1. Pila estática

Es una pila que consta de diferentes capas de material orgánico es de fácil construcción, riego y aireación.

3.24.2. Filas

Lo primordial para realizar esta técnica es que las filas puedan ser aireadas dándole la vuelta cada cierto tiempo.

3.24.3. Contenedores para compost

Son grandes recipientes donde se puede contralar parámetros como temperatura y oxígeno, este tipo de técnica se la puede aplicar para grandes cantidades de materia orgánica.

3.25. Compost

Es el resultado final que se obtiene del proceso de compostaje, tiene propiedades semejantes a las del humus, se utiliza en la actividad agrícola para fertilizar y enriquecer, suelos y cultivos, actúa también como fuente de materia orgánica en la biorremediación de suelos (Silva, López, & Valencia, 2011).

3.26. Tipos de compost

3.26.1. Compost tipo A

Este tipo de compost no presenta ninguna restricción para el uso directo en el suelo, es de alta calidad, por lo que no necesita ser mezclado con otro tipo de nutrientes, es un abono completamente maduro el cual presenta una conductividad eléctrica menor a 5 dS/m, en cuanto a la relación C/N el rango óptimo para la agricultura oscila entre 10:1 y 25:1, de igual manera la cantidad de materia orgánica debe ser mayor al 45% (INN, 2003).

3.26.2. Compost tipo B

Tiene varias limitaciones de uso, es por esto que para aplicarlo al suelo debe mezclarse con otros suplementos nutricionales, la calidad a diferencia del compost tipo A es intermedia, el rango de conductividad eléctrica para este tipo de abono orgánico

va entre 5 – 12 dS/m, su relación C/N para uso agrícola es entre 10:1 y 40:1 y la materia orgánica presente en este tipo de compost es mayor o igual al 25% (INN, 2003).

3.26.3. Compost inmaduro o tipo C

Es un compost de baja calidad, el cual no ha cumplido las fases de enfriamiento ni maduración, únicamente a degradado cierta parte de la materia orgánica en las fases mesófila y termófila, es por esto que la conductividad eléctrica en este compost no puede ser determinada, al igual que el contenido de materia orgánica, la relación C/N que presente en este tipo de compost inmaduro debe ser máximo 50:1 (INN, 2003).

Tanto para el compost tipo A, B y C el pH debe estar entre 5,0 y 7,5 cuando la adsorción de sodio es menor a 7, el pH se encuentra entre 7,5 y 8,5 por lo que se debe presentar en los análisis de CaCO_3 (INN, 2003).

3.27. Costos unitarios

Es el valor que se obtiene a partir de dividir el costo total de producción entre la cantidad total producida de esta manera se podrá conocer el valor que cuesta elaborar o adquirir cualquier producto (ITSON, 2014).

3.28. Costos privados

Son los costos que afronta cualquier institución por la producción o adquisición de un producto, estos costos están a cargo de la persona responsable de la empresa.

3.29. Costo variable

Es el aumento directo y proporcional sobre el valor total producido, cuando la cantidad de producción varía en una unidad es decir, si la cantidad de producción de un producto aumenta en un 5%, el costo también aumenta en un 5% (Palacios, 2016).

3.30. Costos Marginales

“Se define como el aumento adicional del costo total necesario para producir una unidad adicional”, además permite determinar los cambios que ocurren en el costo total (Avalos, 2011).

3.31. Valor Actual Neto (VAN)

Este indicador financiero que mide las inversiones a futuro, es decir los ingresos y egresos económicos que tendrá un proyecto, de esta manera se podrá determinar si el proyecto es rentable y generará ganancias (Torres & Paredes, 2017).

- $VAN > 0$ es conveniente hacer el proyecto, ya que este aporta ganancias.
- $VAN = 0$ se puede hacer o no el proyecto, depende del criterio del inversionista.
- $VAN < 0$ el proyecto no genera ganancias, no conviene ejecutarlo (Sigüas, 2003).

3.32. Tasa de Inversión (TIR)

Es un indicador para evaluar la viabilidad del proyecto y tomar las decisiones de inversión, también permite conocer el retorno económico que es generador por el capital invertido el proyecto en otras palabras representa la tasa efectiva a la cual la inversión se transforman en ingresos (Boteo, 2004).

- Si el $TIR > S$ el proyecto de inversión será aceptado.
- Si el $TIR = S$ se consideran los criterios del inversionista.
- Si el $TIR < S$ el proyecto deberá rechazarse (Gaibor, 2012).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Para poder llevar a cabo este trabajo experimental se utilizaron diferentes equipos, materiales y herramientas los cuales son descritos a continuación:

4.1.1. Materiales de campo

Tabla 3

Materiales, equipos y herramientas utilizadas en campo

Materiales	Equipos	Herramientas
libreta de apuntes	1 balanza electrónica de 100 Kg	2 carretillas
materiales de oficina	1 balanza analógica de 50 Kg	2 palas
33 formatos de encuestas	1 cámara de fotos	2 azadones
33 stickers de identificación de vivienda	2 GPS	2 escobas
3 plásticos de polietileno negro (3 metros c/u)	1 termómetro	
1 cilindro metálico de 200 litros de capacidad	cintas de pH	
1 flexómetro		
300 fundas de polietileno de alta densidad		
10 fundas ziploc		
2 mascarillas		
2 pares de guantes de caucho		
2 mandiles		
2 pares de botas de caucho		

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

4.1.2. Materiales de laboratorio

Tabla 4

Materiales y equipos utilizados en laboratorio

Materiales	Equipos
2 pares de guantes de látex	1 balanza digital de precisión 0,005gr
Papel	1 mufla

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

4.2. Metodología

Dentro de la caracterización de los residuos sólidos de la parroquia Ayora, se utilizó la metodología propuesta por el Dr. Kunitoshi Sakurai, disponible en el CEPIS, dicha metodología consiste en “conocer la cantidad de residuos y parámetros como densidad, composición, humedad de los desechos, con la finalidad de plantear alternativas sustentables que permitan tratar de una adecuada manera a los residuos” (Sakurai, 2000).

Para la determinación del compost se tomó como base a la cantidad de residuos orgánicos generados en la parroquia, se controló los parámetros de temperatura, pH, humedad y aeración; de tal manera que, para determinar la calidad del compost se realizó análisis de laboratorio para conocer si el mismo puede ser de tipo A, B o C esto depende de la cantidad de nutrientes y la relación C/N que contenga el mismo.

La factibilidad de implementar un centro de gestión piloto con fines de bioinsumos, en nuestro caso para obtener compost, se hará un análisis de costo beneficio utilizando indicadores económicos VAN y TIR, que permitan determinar si es o no viable llevar a cabo dicha implementación.

De igual manera para la propuesta de adquisición del carro recolector con caja compactadora, se realizará a través de un análisis costo beneficio con indicadores económicos VAN y TIR.

4.3. Caracterización de residuos sólidos de la parroquia Ayora

4.3.1. Zona de estudio

De acuerdo a la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), promoviendo la desconcentración la cual busca una mejor distribución territorial y a su vez el buen vivir de todo el estado ecuatoriano, la parroquia Ayora pertenece a la

zona administrativa de planificación número 2, provincia de Pichincha, cantón Cayambe (SENPLADES, 2012).

Geográficamente la parroquia está localizada en al norte del país, a 77 Km al nororiente de la ciudad de Quito se encuentra a 2,700 msnm, posee una extensión de 138,59 Km² los mismos que representan el 10,27% de la superficie del cantón Cayambe. Cuenta con zonas de influencia del parque nacional Cayambe Coca y del volcán Cayambe que genera un importante ingreso económico por parte del turismo, además provee “de servicios ambientales como almacenamiento de carbono en el suelo y especialmente acumulación y distribución de agua a tierras bajas” (PDOT AYORA, 2015).

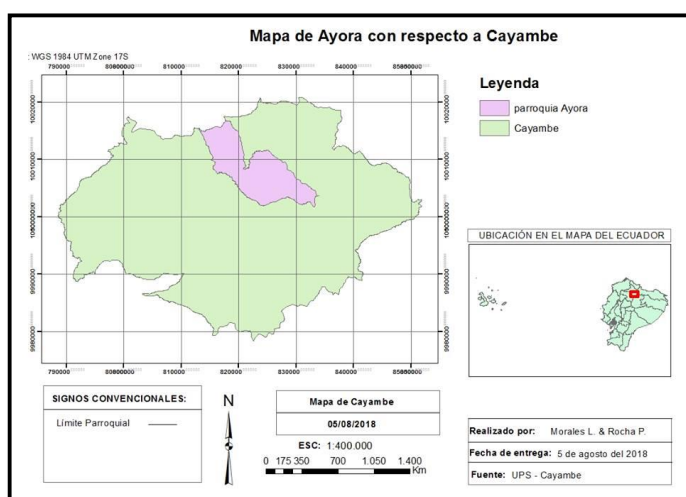


Figura 3 Localización de la parroquia con respecto al cantón Cayambe
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018
Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Campus Cayambe

- Geográficamente**

La parroquia está ubicada geográficamente entre la latitud 0° 04' 10.02" y longitud 78° 08' 2,5" además se encuentra a una altitud de 2,800 a 5,200 m.s.n.m (PDOT AYORA, 2015).

- **Límites**

La parroquia San José de Ayora se encuentra limitando al Norte por la Provincia de Imbabura, al Sur la Cabecera cantonal de Cayambe, al Este la Parroquia Olmedo y al Oeste el Cantón Pedro Moncayo (PDOT AYORA, 2015)

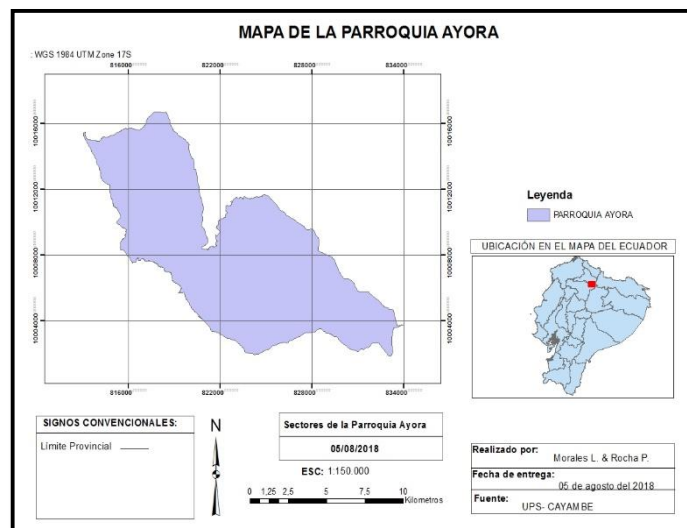


Figura 4 Mapa de la parroquia Ayora
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018
Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Campus Cayambe

4.3.2. Planificación por etapas del proceso de caracterización

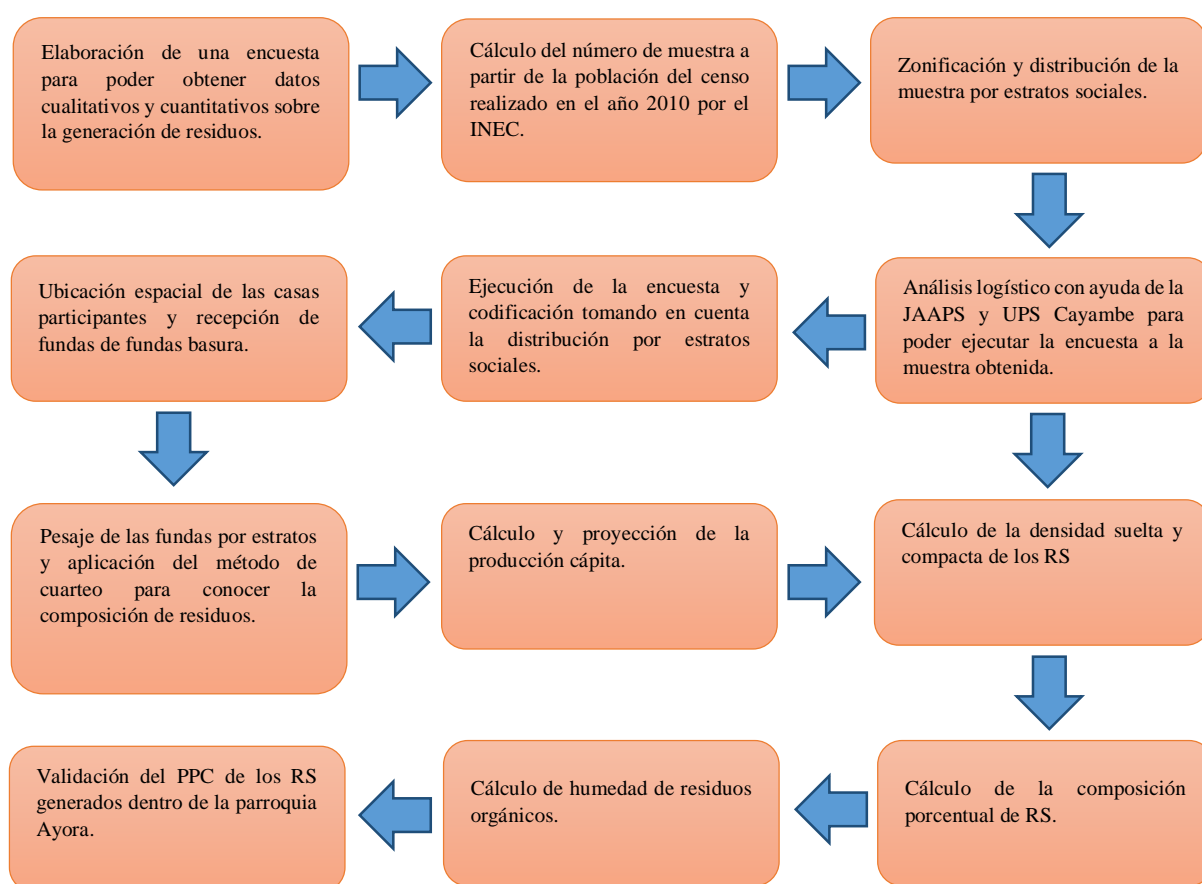


Figura 5 Planificación por etapas del proceso de caracterización.
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

4.3.3. Elaboración de la encuesta

La encuesta fue diseñada con la finalidad de obtener información cuantitativa, los datos que se alcanzaron en base a esta encuesta permitió desarrollar el trabajo experimental, proporcionando resultados que validan el proceso de caracterización de residuos sólidos de la parroquia Ayora. La encuesta se la presenta en el (Anexo 1).

4.3.4. Levantamiento de información

Para poder llevar a cabo el levantamiento de información dentro de la parroquia, lo primero que se hizo fue delimitar las zonas donde se pretendía aplicar la encuesta a la población, la finalidad de ejecutar esta encuesta fue para identificar los diferentes estratos sociales y posteriormente realizar una zonificación a la muestra poblacional que participará en el proceso de caracterización de RSU.

Mediante la ejecución de la encuesta se recopiló datos sobre los hábitos de consumo de productos, nivel de conocimientos acerca de temas ambientales como la recolección de residuos sólidos y el tipo de disposición final de los desechos que se generan en los hogares.

4.3.5. Determinación del número de muestras

En nuestro trabajo experimental de campo, se determinó el número de muestras a tomar en cuenta en la caracterización de residuos, para esto utilizó la fórmula de cálculo de muestra para poblaciones finitas.

Para poder realizar esta determinación, se utilizó el dato de PPC de residuos a nivel nacional $0,73 \frac{kg}{hab*día}$, el cual se obtuvo del estudio realizado por (Acurio, Rossin, Teixeria, & Zepeda, 1997).

Considerando los resultados de población del último censo del año 2010, por parte del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la parroquia Ayora cuenta con 13.873 habitantes.

Ecuación 1 Cálculo del número de muestra

$$n = \frac{(Z^2_{1-\alpha/2}) (N) (\sigma^2)}{(N - 1) * E^2 + (Z^2_{1-\alpha/2}) * \sigma^2}$$

Fuente: Martínez C. (2012)

Dónde:

N = Total de la población, en este caso 13.873 habitantes.

$(Z^2_{1-\alpha/2}) = 1,96$ al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

$\sigma = 0,2 \frac{kg}{hab*día}$

E = error deseado 5%

Para la determinación de la muestra es necesario tener en cuenta la desviación estándar, al no tener estudios previo de caracterización de residuos dentro de la

parroquia, los métodos del análisis de residuos recomiendan utilizar una desviación estándar de $200 \frac{gr}{hab*día}$

El error deseado se calcula a partir de la producción per cápita (PPC), anual del país, teniendo un error deseado de $0,0365 \frac{kg}{hab*día}$

Teniendo los datos requeridos los remplazamos en la Fórmula 1 para poder calcular la muestra a la cual se la va a tomar encuentra para este trabajo.

$$n = \frac{13.873 * 1,96^2 * 0,2^2}{0,0365^2 * (13873 - 1) + 1,96^2 * 0,2^2}$$

$$n = 114 \text{ habitantes} + 40\%$$

$$n = 160 \text{ habitantes}$$

A través de los datos del el último censo del año 2010 de población y vivienda en el país, el promedio de personas por hogar es alrededor de 4,4 personas por lo que para este estudio se consideró, que cada grupo familiar está conformado por 5 personas (INEC, 2010).

$$n = \frac{160}{5}$$

$$n = 33 \text{ familias}$$

Para el presente estudio se utilizó una muestra de 33 familias, las cuales fueron divididas en 11 familias tanto en clase social alta, media, y baja, considerando algunas características de la parroquia como tipo de vías, calidad del servicio de recolección de los RS y tipo de vivienda.

Tabla 5
Estratificación de la parroquia Ayora

	ESTRATO A	ESTRATO B	ESTRATO C
	Segundo orden (adoquinado)	Segundo orden (adoquinado)	Tercer orden (empedrado)
Tipo de vías			
Tipo de vivienda			
Servicio recolección de residuos	Tachos de basura (Alto)	En costales (Medio)	En costales (Medio-bajo)
			

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Con base en el cálculo de la muestra y conociendo el tipo de estrato se da paso al proceso caracterización de los R.S en la parroquia.

4.3.6. Zonificación de la parroquia Ayora

La parroquia Ayora está conformada por 11 barrios en el sector urbano, 5 barrios y 16 comunidades en el sector rural, generando una relación 1 a 2, en base a esta relación se distribuyó el número de muestras.

4.3.7. Distribución de la muestra por estratos sociales

Las muestras calculadas son distribuidas según el criterio propuesto por la zonificación de la parroquia Ayora con sus correspondientes estratos (estrato A, estrato B y estrato C). Para lo cual se utiliza zonas homogéneas que son plasmadas en un mapa catastral, el cual va a estar dividido por los diferentes estratos, delimitando de esta manera las áreas que van a ser muestreadas para obtener información preliminar de la caracterización de los RS.

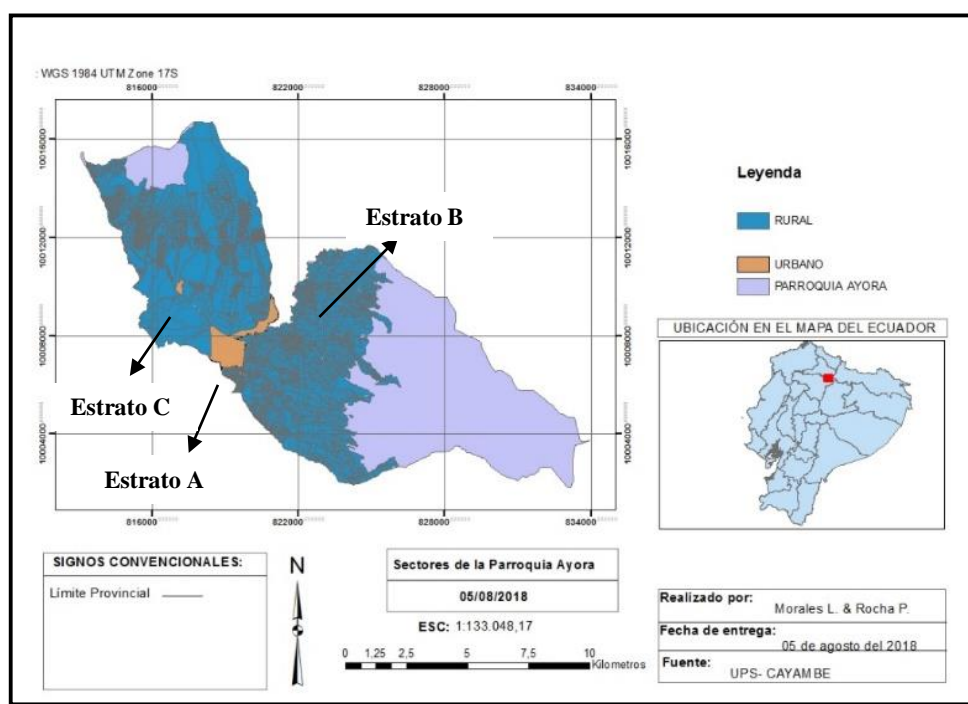


Figura 6 Distribución de la muestra

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Campus Cayambe

4.3.8. Ejecución de la encuesta a la muestra poblacional

Una vez que se realizó la distribución y previa socialización con los moradores del sector, se realizó las encuestas de forma voluntaria a las personas que deseaban formar parte del estudio.

Las familias que accedieron a colaborar para llevar a cabo este estudio, se les entregó un kit de fundas negras y verdes industriales, las mismas que tienen un volumen de 100 litros, para posteriormente explicarles que en las fundas negras se depositarán los residuos inorgánicos y en la funda verde los residuos orgánicos, además se llenó un registro con los datos personales de la persona encargada de entregar los desechos (Anexo 2). Los días de recolección de los residuos generados por las familias fueron los lunes y viernes, comenzando un día lunes representando al día cero al ser la primera recolección, el día viernes representado por el día uno al ser la segunda recolección, a la siguiente semana el día lunes al ser la tercera recolección fue tomado ese día como el día dos, de esta forma sucesivamente se fue alternando estos días hasta llegar al día siete.



Figura 7 Ejecución de la encuesta y entrega del kit de fundas
Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

4.3.9. Codificación de viviendas encuestadas

Previamente se realizó una pequeña socialización con los señores operarios que realizan la recolección de residuos en la parroquia, para explicarles sobre el proyecto

y que deben estar atentos a las viviendas que tengan el sticker, estas casas no tendrán que entregar sus residuos al carro recolector durante un mes, periodo en el cual se va a realizar el proceso de caracterización en los días previamente especificados. El sticker (Anexo 3), fue colocado en el área más visible de las 33 casas participantes con su respectiva codificación.



Figura 8 Sticker de codificación de vivienda encuestada
Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

Para el estrato A, B, y C se realizó un etiquetado en el cual consta el número de casa participante, el código y como dato referencial el número de habitantes para determinar la cantidad de personas participantes por estrato.

Tabla 6
Códigos viviendas y número de habitantes del estrato A

Nº Vivienda	Código	Número de habitantes (hab)
1	VA-001	5
2	VA-002	3
3	VA-003	3
4	VA-004	6
5	VA-005	4
6	VA-006	9
7	VA-007	6
8	VA-008	5
9	VA-009	3
10	VA-010	4
11	VA-011	7
Total de Habitantes		55

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 7

Códigos de viviendas y número de habitantes del estrato B

N° Vivienda	Código	Número de habitantes (hab)
1	VB-001	4
2	VB-002	5
3	VB-003	5
4	VB-004	5
5	VB-005	4
6	VB-006	4
7	VB-007	2
8	VB-008	6
9	VB-009	6
10	VB-010	10
11	VB-011	6
Total de habitantes		57

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 8

Códigos de viviendas y número de habitantes del estrato C

N° Vivienda	Código	Número de habitantes (hab)
1	VC-001	7
2	VC-002	4
3	VC-003	5
4	VC-004	4
5	VC-005	6
6	VC-006	7
7	VC-007	5
8	VC-008	4
9	VC-009	2
10	VC-010	3
11	VC-011	7
Total de habitantes		54

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

4.3.10. Localización espacial de los puntos de muestreo

Tabulada e interpretada la información obtenida de las encuestas se ubicó las áreas donde se ejecutó el proyecto, de esta manera se delimitó un área para realizar la recolección de RS.

Tabla 9
Ubicación espacial de las zonas de muestreo

Estrato	Zona de la parroquia	Número de habitantes	Cantidad de muestras
A	Av. Pichincha y sector Nápoles	55	11
B	Comunidad Cariacu	57	11
C	Comunidades El Prado y San Esteban	54	11

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

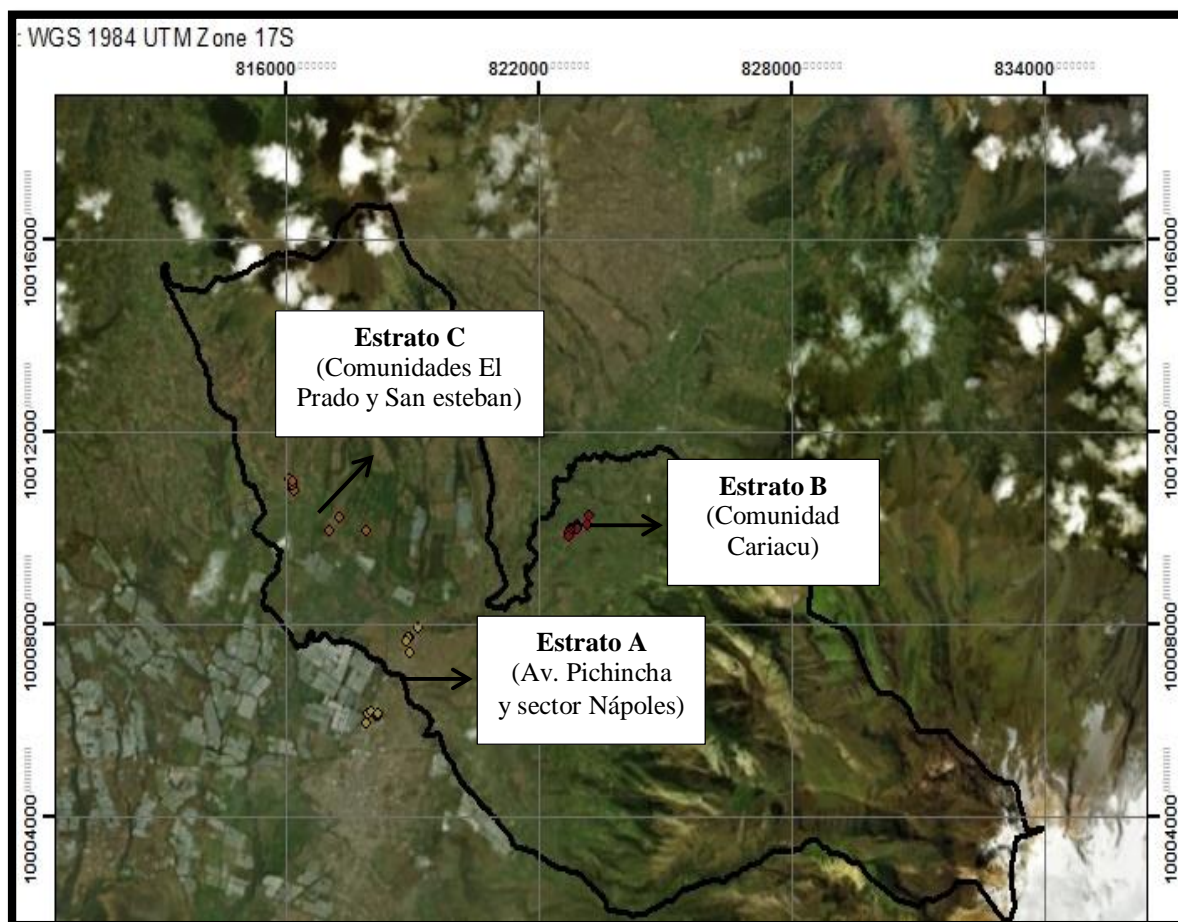


Figura 9 Ubicación espacial de las zonas de muestreo

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Fuente: Universidad Politécnica Salesiana Campus Cayambe

4.3.11. Recolección de muestras por viviendas

La recolección de los residuos se la realizó los días lunes y viernes, en colaboración con la JAAPS y la Universidad Politécnica Salesiana campus Cayambe, quienes facilitaron el transporte para poder movilizarnos hacia todos los puntos de muestreo que estaban distribuidos por los 3 estratos seleccionados dentro de la parroquia, de esta

manera cada funda que se recibió fue etiquetada para evitar confusiones en la generación de residuos por estrato social.

Una vez concluida la recolección de las fundas llenas de residuos por todos los puntos de muestreo, estas fueron llevadas a ser caracterizadas en el patio que se encuentra localizado detrás de las instalaciones de la JAAPS.



Figura 10 Recolección de muestras por viviendas
Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

4.3.12. Determinación de la producción per cápita de los residuos sólidos

Se procede a pesar las fundas por estrato social, es por esto que es fundamental llevar una codificación para no confundir las fundas con la de otros estratos y de esta manera no alterar los resultados, estos datos de pesaje se los registra en una hoja de control de generación de residuos sólidos domiciliarios.



Figura 11 Pesaje de fundas de residuos

Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

Una vez que se obtuvieron estos datos se procede a calcular el PPC y el PPC_{prom} de los residuos.

$$PPC = \frac{\text{Peso de residuos (kg)}}{\text{habitantes} \cdot \text{día}}$$

Ecuación 2 *Cálculo de la producción per cápita*

$$PPC_{prom} = \frac{PPC1 + PPC2 + PPC3 + PPC4 + PPC5 + PPC6 + PPC7}{7}$$

Fuente: Segat (2016)

La determinación del PPC por estrato social se lo calculó a través de la siguiente fórmula:

$$PPC_{estrato} = \frac{PPC(VX-001) + PPC(VX-002) + \dots + PPC(VX-011)}{11}$$

Donde, “X” representa al tipo de estrato (A, B o C).

4.3.13. Proyección de la producción per cápita de los residuos sólidos

Para el cálculo de la proyección se tomó como base los resultados obtenidos de la Tabla 21, con un intervalo de 5 años a partir del año 2018. Con la proyección del PPC también se desarrolló la proyección de generación de residuos sólidos por día, mes y año.

4.3.14. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Según Sakurai (2000), la composición física de los RS se puede determinar por medio del método del cuarteo durante siete días, donde no se tomarán en cuenta los datos del día cero, debido a que la duración de almacenamiento es desconocida y a la entrega de cantidades muy grandes o pequeñas de residuos por parte de las viviendas participantes, por tal motivo el día cero no se le toma en cuenta para realizar los cálculos de PPC. Los datos registrados a partir del día uno del proceso de caracterización serán utilizados para realizar los cálculos pertinentes para este estudio.

- **Método del cuarteo**

- a) Para llevar a cabo este método se utiliza las muestras recolectadas en un día por estrato social, se coloca un plástico negro en el suelo para evitar que los lixiviados generados por los residuos orgánicos e inorgánicos contaminen el suelo.



Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- b) Se vacían las fundas llenas de residuos sobre el plástico formando un montón que posteriormente será homogenizado.



Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- c) Al montón de residuos formado anteriormente se le realiza el cuarteo es decir se divide en cuatro partes iguales, se toman las partes opuestas que contengan más residuos, se vuelve a homogenizar hasta formar un montón más pequeño de desechos al que se lo vuelve a cuartear, esto se realiza hasta tener una muestra aproximada de 50 Kg de residuos.



Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- d) Se caracterizan los residuos de acuerdo a la composición física: papel, cartón, madera, restos de cocina, plásticos, metales, vidrio, caucho, cuero, etc.



Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- e) Cada uno de los componentes que se recuperaron del proceso de caracterización son depositados en cilindros que previamente fueron pesados con ayuda de una balanza de pie para tener su peso vacío.



Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- f) Conociendo el peso vacío y el peso de los recipientes llenos de RS, se determina el peso de cada componente recuperado a través de una diferencia de pesos.



Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- g) Teniendo el peso neto de cada componente recuperado, se procede a calcular cada uno de sus porcentajes con la siguiente ecuación:

Ecuación 3 *Cálculo de la composición porcentual de residuos sólidos*

$$\text{Composición porcentual} = \frac{P_i * 100}{W_t}$$

Fuente: MAEPERU (2015)

Dónde:

P_i : Peso de cada componente del residuo.

W_t : Peso total de residuos recolectados en el día

- h) Finalmente se registran los resultados obtenidos en una hoja de campo.

4.3.15. Determinación de la densidad de los residuos sólidos

La densidad de los RS, se calculó utilizando varios recipientes que se detallan a continuación, a cada uno de estos recipientes se le tomó la altura total y se les hizo una señal al 75% de la altura total de cada cilindro, teniendo lo siguiente:

5. Un cilindro metálico grande con un volumen de $0,2766 \text{ m}^3$, altura total $0,86 \text{ m}$ y altura de la señal igual a $0,645 \text{ m}$

6. Un cilindro plástico pequeño con un volumen de $0,0314 \text{ m}^3$, altura total $0,39 \text{ m}$ y altura de la señal igual a $0,2925 \text{ m}$
7. Un cilindro plástico más pequeño con un volumen de $0,0018 \text{ m}^3$, altura total $0,194 \text{ m}$, altura de la señal igual a $0,1375 \text{ m}$

Antes de depositar los residuos caracterizados en los cilindros, estos deberán ser pesados y se determinará el volumen de los mismos, se procede a introducir los residuos recuperados hasta la señal que se marcó anteriormente, para la densidad sin compactar se prepara la balanza de pie y se procede a pesar los cilindros con los residuos, para el cálculo de la densidad compacta se levantó los cilindros que están en uso a una altura aproximada de entre 5 a 10 cm sobre el suelo y se dejó caer, este proceso se lo repitió por tres veces, seguido de esto se midió la diferencia de altura que descienden los desechos desde la línea de referencia marcada en el recipiente. Se apuntan los resultados en una hoja de registro para poder posteriormente realizar el cálculo de densidad.

Ecuación 4 Cálculo de la densidad de residuos sólidos

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de los residuos (Kg)}}{\text{volumen del cilindro en m}^3}$$

Fuente: MAEPERU (2015)



Figura 12 Determinación de densidad de residuos sólidos
Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

4.3.16. Determinación de la humedad de los residuos orgánicos

Los datos de humedad fueron obtenidos a través de un análisis de laboratorio que se lo realizó en la Universidad Politécnica Salesiana campus Cayambe.

Para dicho análisis se tomó una muestra de 200 gr de desechos orgánicos por estrato social, a los cuales se les redujo su tamaño aproximadamente a 1 cm² (Segat, 2016). Las muestras fueron tomadas en fundas ziploc respetando tanto el protocolo y cadena de muestreo para su posterior traslado al laboratorio.

El análisis de laboratorio se lo llevo a cabo, pesando un recipiente vacío, luego se volvió a pesar el recipiente ya con la materia orgánica por diferencia se obtiene el peso de la muestra húmeda, se introduce esta muestra a una mufla por 24 horas a 105°C, una vez más se pesa la muestra trascurrida este tiempo y se tiene el peso de la muestra seca se realiza los cálculos respectivos y se determina la humedad de los residuos orgánicos.

Ecuación 5 *Cálculo de la humedad de residuos orgánicos*

$$\% \text{ humedad} = \frac{(\text{Peso recipiente} + \text{muestra húmeda}) - (\text{Peso recipiente} + \text{muestra seca})}{(\text{Peso recipiente} + \text{muestra húmeda}) - (\text{Peso recipiente})} * 100$$

Fuente: Municipalidad distrital de Comas (2014)

4.3.17. Validación de la producción per cápita de los residuos sólidos

Para validar los datos de PPC se siguieron los siguientes pasos:

- Se descarta el día cero y también a las viviendas que no haya entregado sus fundas llenas de residuos con una frecuencia de al menos cuatro días.
- Con los datos restantes, se procede a calcular el PPC y la desviación estándar, se debe ordenar el PPC de menor a mayor para obtener el valor de sospecha por medio de la siguiente fórmula:

Ecuación 6 Validación de la producción per cápita de los residuos sólidos

$$Z_c = \frac{|\bar{X} - X_i|}{S}$$

Fuente: Municipalidad distrital de Comas (2014)

Dónde:

\bar{X} =Corresponde al promedio de la producción per cápita total

X_i =Es el promedio de la producción per cápita de viviendas o establecimientos comerciales

S = Representa Desviación estándar

- Finalmente se descartan los datos que tengan $Z_c > 1,95$. Con los datos validados se calcula nuevamente el PPC y la desviación estándar.

Ecuación 7 Cálculo desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Fuente: Triola (2004)

4.4. Factibilidad para realizar un centro de gestión de residuos sólidos orgánicos con fines de bioinsumo para la agricultura de la zona

Para desarrollar este apartado del estudio, se utilizará el dato de generación total de residuos orgánicos que se obtuvo del proceso de caracterización, con la finalidad de diseñar una compostera piloto para producir compost, una vez que se obtenga este producto será analizado en cuanto a su calidad y finalmente se hará una propuesta técnica para implementar un centro donde se dará tratamiento a los desechos orgánicos.

4.4.1. Diseño de una compostera piloto para obtener compost

La compostera fue construida con tablas de madera se la hizo sobre nivel, con una base estable, fue dimensionada de acuerdo con la cantidad total de desechos orgánicos, y se la se la recubrió con plástico negro. A partir del día uno de la caracterización de

residuos a los desechos orgánicos se los redujo el tamaño aproximadamente a 1 cm² de esta manera se disminuirá el tiempo de degradación, estos residuos fueron depositados en la compostera para finalmente formar una pila de compost de forma piramidal.



Figura 13 Planta piloto para compostaje

Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

4.4.2. Material compostable

Los materiales compostables fueron adquiridos durante el proceso de caracterización de los RS de la parroquia Ayora, por medio de este proceso se obtuvo gran cantidad de materia orgánica, la cual fue fundamental para el desarrollo del compost. A continuación, se presenta los materiales compostables que fueron utilizados para la realizar la pila de compost.

Tabla 10

Material compostable

Tipo de Material	Relación C/N
Tierra negra	8,5 - 11,5 ¹
Materia orgánica	34,8 ⁴
Materia de poda	14 ²
Excremento de vaca	1,8 ³
Aserrín	200 – 500 ³
Cartón	254 ²

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Fuente: ¹ Agromática (2012)

² Escuela de capacitación agraria y agroalimentaria (2009)

³ Navarro (2002)

⁴ Ambientum (2018)

4.4.3. Formación de la pila de compost

Para nuestro estudio se consideró la metodología que se explica en el manual de compostaje del agricultor escrito por las autoras Román, Martínez, & Pantoja (2013) la técnica para la producción de compost fue por formación de una pila piramidal de residuos orgánicos, para esto comenzaremos haciendo capas, la primera que se colocó fue 15 cm de tierra negra, la segunda capa fue de 20 cm de materiales secos como ramas y cartón, con la finalidad de que esto actué como colchón facilitando la aireación del interior de la pila hacia el exterior, se incorporó 25 cm de residuos orgánicos y restos de poda, como tercera capa se colocó 5 cm de excremento de vaca esto actuaría como activador del proceso de compostaje, además se colocó 10 cm de paja y 5 cm de aserrín esto se hizo para mantener la estructura de la pila, condiciones humedad y temperatura, por último se tapó a la compostera que contenía a la pila de compost para protegerla de condiciones ambientales.

Los materiales de la Tabla 10 se los utilizó tomando en cuenta que sean materiales que permitan tener una relación C/N de 25:1- 35:1, lo cual permite un sustrato adecuado para que sea un compost favorable en agricultura. Para favorecer el intercambio de aire en la pila, se hizo una chimenea colocando un poste en el centro, el mismo que se retiró cuando todos los materiales ya estaban incorporados. Las capas que contienen los materiales secos aportan carbono, además a estas se las humedeció con agua de una vertiente de la comunidad de Cariacu (si se va a utilizar agua potable es importante dejarla reposar por un día por la presencia de partículas de cloro y afectaría a los microorganismos), de igual forma las capas con materia orgánica tienen un aporte un aporte rico nitrógeno para la formación del compost.

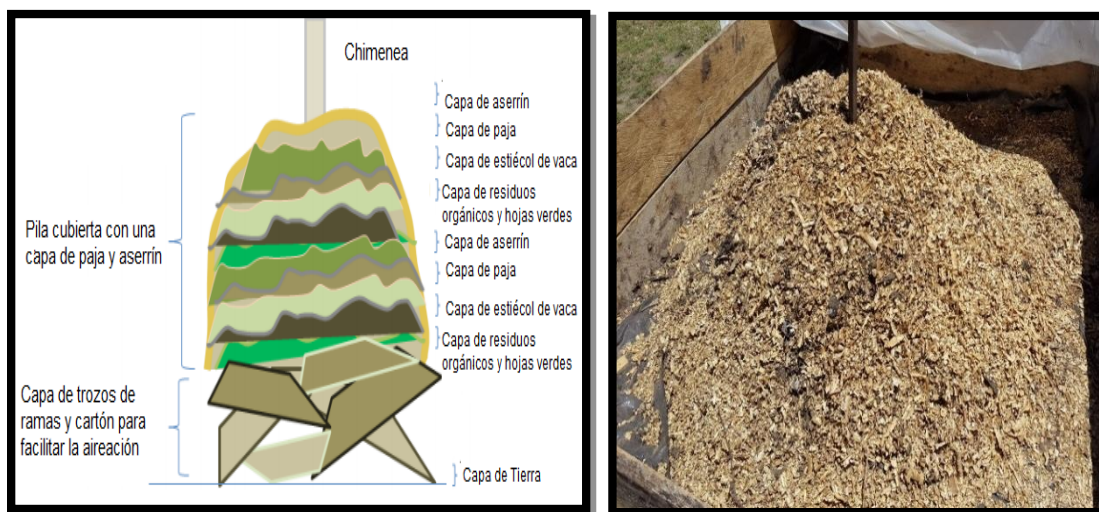


Figura 14 Esquema de formación de una pila de compost en la compostera piloto
Fuente: Román, Martínez, & Pantoja (2013)

4.4.4. Control del proceso de compostaje

El control de los parámetros de la pila de compost se lo realizó los días lunes y viernes durante tres meses que duro el proceso de compostaje.

- **Temperatura**

Para tomar la temperatura de la pila de compost se empleó un termómetro, esto se realizó para tener un control en la degradación y sanidad del compost, además con este parámetro logramos distinguir las diferentes etapas que se da a lo largo del proceso de compostaje.



Figura 15 Control de temperatura del compost
Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- **Humedad**

La humedad del compost fue controlada de manera constante con la técnica del puño cerrado, con la mano se tomó una muestra del interior de la pila de compost, se cierra la mano por cinco segundos teniendo los siguientes resultados: si se observa que cae gotas de agua se tiene un exceso de humedad, si no cae nada de líquido al abrir la mano y la muestra queda compacta la humedad se encuentra en rangos óptimos y si al abrir el puño la muestra queda suelta en la palma de la mano se tiene bajos porcentajes de humedad (Cuervo, 2018).

- **pH**

La determinación de pH se la realizó a través de cintas de pH, estas no necesitan de una dilución como es el caso de utilizar un pHmetro, la dilución de agua destilada más la materia de orgánica compuesta, podría tener alteraciones en la lectura por lo que no se está realizando la medición de pH directamente en la pila de compost. Las cintas fueron introducidas en la pila de compost, alrededor de 5 minutos, transcurrido este tiempo se comparó según la variación de color de las cintas con el indicador universal que viene en la caja, de esta manera se pudo conocer si la pila de compost se encontraba en medio ácido, básico o neutro, al igual que la temperatura este es un indicador de las fases que tiene que atravesar el proceso de compostaje (Cordova, 2016).



Figura 16 Control de pH del compost

Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

- **Volteo y aireación**

El volteo se realizó de manera manual utilizando palas y azadones esto debido a que no se contaba con una gran cantidad de material orgánica la cual se estaba compostado, el primer mes se lo realizó una vez por semana con la finalidad de estabilizar los parámetros de temperatura, humedad, pH, aireación dentro de la pila, esto para mejorar el metabolismo microbiano, los otros dos meses se consideró tanto las condiciones climáticas las condiciones de la pila de compost (O’Ryan & Riffo, 2007).



Figura 17 Control en la aireación del compost

Fuente: Fotografía tomada en campo, Morales L., Rocha P., 2018

4.5. Propuesta de adquisición de un carro recolector

El objetivo de adquirir un carro recolector con caja compactadora, es remplazar a la actual volqueta, la cual no cumple con todos los requisitos que se necesita para brindar un eficiente sistema de recolección de residuos. Para esto se realizará un análisis costo beneficio utilizando indicadores económicos VAN y TIR.

4.5.1. Sistema de recolección de residuos

Un adecuado sistema de recolección es de gran importancia para ayudar a reducir tiempos de recolección, barrido, transporte y disposición final de los residuos, para dar inicio a esto se debe implementar una clasificación entre desechos orgánicos e inorgánicos desde los hogares, luego se delimitara rutas óptimas para reducir tiempos,

todo esto para ser transportados por el carro recolector hasta una estación de transferencia, lugar donde se procede a reciclar todos los residuos que se les puede aplicar alguna tecnología para poderles volver a dar un uso, los residuos que ya han cumplido su vida útil son compactados y llevados al relleno sanitario para su disposición final.

4.5.2. Entidad Ejecutora

La JAAPS de la parroquia Ayora, será la encargada de analizar la ejecución y viabilidad de la propuesta para adquirir un carro recolector con caja compactadora, el cual beneficiará la recolección, transporte y disposición final de los residuos dentro del botadero controlado Pingulmí.

4.5.3. Plazo para la Ejecución

El tiempo para llevar a cabo esta propuesta estará contemplado por los miembros de la JAAPS Ayora.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados de la caracterización de residuos sólidos en la parroquia Ayora

5.1.1. Producción per cápita (PPC)

Tabla 11

Generación de residuos por día del estrato A

Generación de residuos por día							
$\left(\frac{Kg}{día}\right)$							
Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes
0	3,8	3	1,65	3,5	3,2	4,2	6
0	4,5	4	7,65	6,1	4,7	0	5,45
0	11	17,4	23,9	12,2	11	11,35	10,65
0	4,7	2,6	2,3	2,8	4,4	2,6	2,2
0	8,1	0	1,45	1,95	5,8	2,45	2,1
0	0,5	3,5	1,8	0	3,1	2,2	5,85
19,2	19,4	14,5	9,2	9,8	38,95	7,65	25,75
5,5	4	0	0,15	2,3	0,05	2,05	7,4
2,8	1,8	10,2	0	8,65	6,55	5,1	11,7
0	3,3	6,2	2,4	5,8	2,3	6,95	2,85
32,8	2	8,6	1,6	6,75	4,3	10,2	5,9
Total $\left(\frac{Kg}{día}\right)$	60,3	63,1	70	52,1	59,85	84,35	85,85

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 12

Generación de residuos por día del estrato B

Generación de residuos por día							
$\left(\frac{Kg}{día}\right)$							
Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes
0	2,95	1,8	1,4	2,35	1,05	1,3	0,7
2	3,45	2,35	0,85	2,55	1,6	0	0,95
0	3,8	2,95	1,05	2,95	2,05	0,85	1,75
4	2	4,85	2,55	2,65	2,6	3,2	3
1	9,7	11,5	2,25	2,6	12,15	7,45	1,35
0,1	3,6	0,25	0	2,35	0,5	0,15	5,5
0	12,9	7,15	5,55	4,65	8,15	2,7	4,85
0	2	2,5	1,8	2,9	2,15	8,9	1,55
1,5	1,6	2,9	1,3	2,5	1,1	2,1	2,5
1,2	1,3	1,6	1,2	1,55	0,7	0,8	1,5

Total $\left(\frac{Kg}{día}\right)$	9,8	43,3	37,85	17,95	27,05	32,05	27,45	23,65
---	------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 13

Generación de residuos por día del estrato C

Generación de residuos por día							
$\left(\frac{Kg}{día}\right)$							
Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes
4	2,4	2,6	1,15	2,8	2,4	3,3	3,5
0	1,8	13	2,3	1,8	1,3	0	3,1
0	6,15	5,7	11,9	8,95	8,5	6,7	8,2
18	1,15	3,1	2,15	2,6	2,95	2,85	0,7
2,3	4,1	3,8	11,9	3,85	2,5	0,95	3,2
0	1,65	1,25	1,8	0	3,4	0	3
2	0	4,75	0,85	2,15	1,65	0,4	0,35
2	0	0,7	0,15	2,3	2,1	1,6	11
1,5	0	0,95	0,6	1,85	1,7	1,05	0,85
2,8	0	5,1	9,6	3,9	1,65	2,8	2,35
Total $\left(\frac{Kg}{día}\right)$	32,6	20,65	44,6	50,3	36,65	32,15	23,3

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Teniendo ya los resultados de generación de residuos por familia en los siete días de recolección, se anula el día cero y se procede a calcular el PPC promedio, la cual servirá de dato para saber la cantidad de residuos que genera una persona al día.

Tabla 14

Producción per cápita promedio de residuos del estrato A

Nº Vivienda	Código	Producción per cápita promedio
		$\left(\frac{Kg}{hab * día}\right)$
1	VA-001	0,22
2	VA-002	0,47
3	VA-003	1,39
4	VA-004	0,16
5	VA-005	0,25
6	VA-006	0,08
7	VA-007	0,93
8	VA-008	0,14
9	VA-009	0,60
10	VA-010	0,29
11	VA-011	0,22

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 15

Producción per cápita promedio de residuos del estrato B

N° Vivienda	Código	Producción per cápita promedio $\left(\frac{Kg}{hab * día}\right)$
1	VB-001	0
2	VB-002	0,09
3	VB-003	0,10
4	VB-004	0,13
5	VB-005	0,22
6	VB-006	0,49
7	VB-007	0,28
8	VB-008	0,34
9	VB-009	0,14
10	VB-010	0,06
11	VB-011	0,06

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 16

Producción per cápita promedio de residuos del estrato C

N° Vivienda	Código	Producción per cápita promedio $\left(\frac{Kg}{hab * día}\right)$
1	VC-001	0,19
2	VC-002	0,19
3	VC-003	0,18
4	VC-004	0,60
5	VC-005	0,11
6	VC-006	0,19
7	VC-007	0,10
8	VC-008	0,10
9	VC-009	0,40
10	VC-010	0,10
11	VC-011	0,15

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Una vez obtenida esta información, se procede a validar los datos, teniendo en cuenta los criterios antes mencionados en la metodología para la validación del PPC.

5.1.2. Validación de la producción per cápita

- Promedio per cápita general = $0,27 \frac{Kg}{hab * día}$
- Desviación estándar general = 0,27

- Se elimina la vivienda VB-001 porque no entregó las fundas de basura durante más de 4 días
- Se ordenan los promedios per cápita de mayor a menor.
- La muestra al tener más de 30 datos, se realiza una prueba normal estándar.
- Para cada observación sospechosa se calcula Z_c .
- Las observaciones sospechosas son rechazadas cuando $Z_c > 1,96$; por este criterio se eliminan las viviendas VA-003, VA-007, VC-004, VA-009.

Ecuación 8 *Validación de la producción per cápita*

$$Z_c = \frac{|\bar{X} - X_i|}{S}$$

Fuente: *Municipalidad distrital de Comas (2014)*

Tabla 17

Validación de la producción per cápita

N° Vivienda	Código	Promedio producción per cápita de residuos	Z_c
		$\left(\frac{Kg}{hab * día} \right)$	
3	VA-003	1,39	4,04
7	VA-007	0,93	3,38
26	VC-004	0,60	2,20
9	VA-009	0,60	2,19
17	VB-006	0,50	1,80
2	VA-002	0,47	1,72
31	VC-009	0,40	1,44
19	VB-008	0,34	1,22
10	VA-010	0,30	1,08
18	VB-007	0,28	1,00
5	VA-005	0,25	0,89
11	VA-011	0,22	0,81
16	VB-005	0,22	0,79
1	VA-001	0,22	0,78
28	VC-006	0,19	0,70
24	VC-002	0,19	0,69
25	VC-003	0,19	0,68
23	VC-001	0,19	0,67
4	VA-004	0,16	0,57
33	VC-011	0,15	0,55

20	VB-009	0,14	0,52
8	VA-008	0,14	0,51
15	VB-004	0,13	0,51
27	VC-005	0,11	0,39
29	VC-007	0,10	0,37
14	VB-003	0,10	0,36
30	VC-008	0,09	0,36
13	VB-002	0,09	0,35
32	VC-010	0,09	0,35
6	VA-006	0,08	0,30
22	VB-011	0,06	0,22
21	VB-010	0,05	0,21
12	VB-001	0	0

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Producción per cápita promedio: $\bar{x} = 0,195 \frac{Kg}{hab*día}$

Varianza de la producción per cápita: $S^2 = 0,014$

Desviación estándar del PPC: $S = 0,118 \frac{Kg}{hab*día}$

Por último se determina el PPC_{prom} esto con la finalidad de conocer la cantidad de residuos que se genera por estrato, además a partir de este resultado se podrá calcular el PPC_{prom} de la parroquia.

Tabla 18

Producción per cápita promedio por estratos sociales

Estrato	Generación promedio producción per cápita de residuos $\left(\frac{Kg}{hab*día} \right)$
A	0,43
B	0,17
C	0,21

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: La Tabla 18 muestra claramente la afirmación de Solíz M. F. (2017), “que se ha identificado algunos componentes vinculados a la mutación cuantitativa de la basura: la densidad poblacional, el modelo económico territorial y la inserción social”, en Ayora se ve que esta misma lógica se reproduce en sus tres

aspectos y especialmente dentro de los estratos sociales, que efectivamente los más elevados generan más cantidad de desechos por persona y por día.

5.1.3. Proyección de la población de Ayora

Los datos de la población de Ayora fueron obtenidos de la página del INEC, además para el cálculo de esta proyección poblacional, se utilizó la tasa de crecimiento poblacional a través del método de interés compuesto.

Tabla 19

Proyección de la población, por años calendario, según cantones 2010 – 2020

Código	Nombre	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
928	San José de Ayora	11255	11529	11850	12176	12506	12841	13181	13525	13873	14225	14582

Fuente: INEC (2018)

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

La tasa de crecimiento se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 9 Cálculo poblacional

$$P_f = P_o(1+r)^n$$

Fuente: MAEPERU (2015)

Dónde:

P_f = Población futura

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} \right) - 1$$

P_o = Población inicial

r = Tasa de crecimiento

n = Intervalo de tiempo

Tabla 20

Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Intervalo	n	Pf/Po	$\sqrt[n]{Pf/Po}$	$(\sqrt[n]{Pf/Po}) - 1$
2010-2015	5	1,145	1,02748	0,02748
2015 -2020	5	1,135	1,02576	0,02576

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 201

$$\bar{r} = \frac{0,02748 + 0,02576}{2}$$

$$\bar{r} = 0,02662$$

El cálculo de la población de la parroquia será el siguiente:

$$P_f = P_0 (1 + \bar{r})^{(t_f - t_0)}$$

$$PF = 11255 (1 + 0,02662)^{(2038 - 2010)}$$

$$PF = 23487 \text{ habitantes}$$

A continuación, se muestra la proyección de la población cada 5 años a partir del 2018 hasta el 2038.

Tabla 21

Proyección de la población de Ayora

Año	Población
2018	13873
2023	15837
2028	18060
2033	20596
2038	23487

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

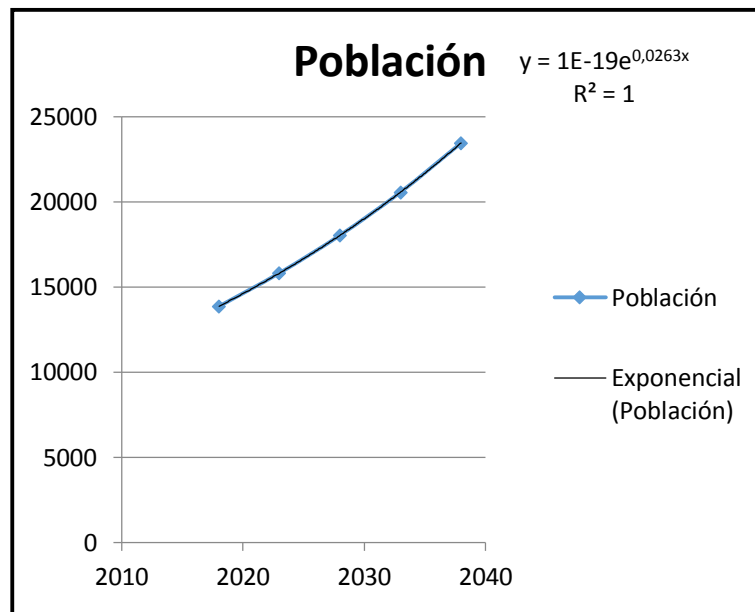


Figura 18 Proyección de la población de Ayora
 Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

5.1.4. Proyección de la producción per cápita de residuos de Ayora

El PPC que se obtuvo de la parroquia Ayora es $0,27 \frac{Kg}{hab*día}$, y para el cálculo de la proyección se asume que la misma aumenta 1% anualmente.

Tabla 22

Proyección de la producción per cápita de residuos de Ayora

Año	PCC
2018	0,27
2019	0,27
2020	0,28
2021	0,28
2022	0,28
2023	0,29

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

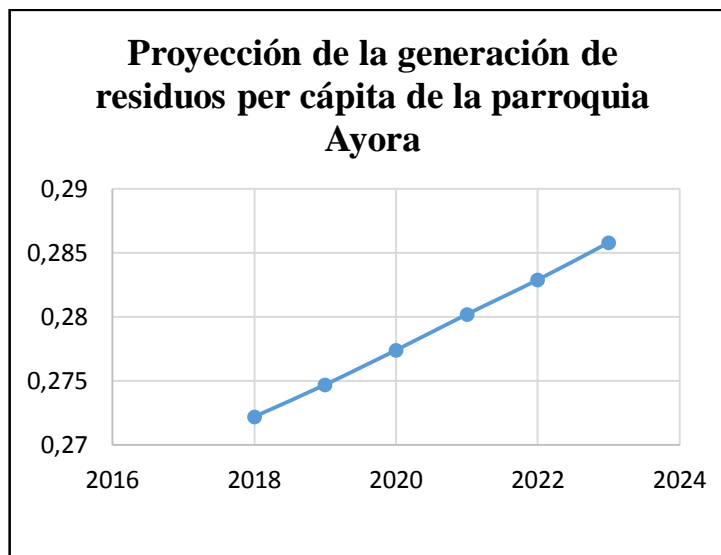


Figura 19 Proyección de la producción per cápita de la parroquia Ayora
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

5.1.5. Proyección de la generación de residuos sólidos

La proyección que se realizó fue para un plazo de 5 años, donde los datos a ser utilizados para este cálculo son los que se muestran en Tabla 21 y los datos de la Tabla 22.

Tabla 23

Proyección de la producción de residuos sólidos de Ayora

Año	Población	Producción per cápita	Generación de residuos		
		$\left(\frac{Kg}{hab * día}\right)$	$\left(\frac{Ton}{día}\right)$	$\left(\frac{Ton}{mes}\right)$	$\left(\frac{Ton}{año}\right)$
2018	13873	0,27	3,77	113,29	1359,44
2019	14225	0,27	3,91	117,23	1406,74
2020	14582	0,28	4,05	121,35	1456,22
2021	15026	0,28	4,21	126,31	1515,70
2022	15426	0,28	4,36	130,92	1571,05
2023	15837	0,29	4,53	135,79	1629,44

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

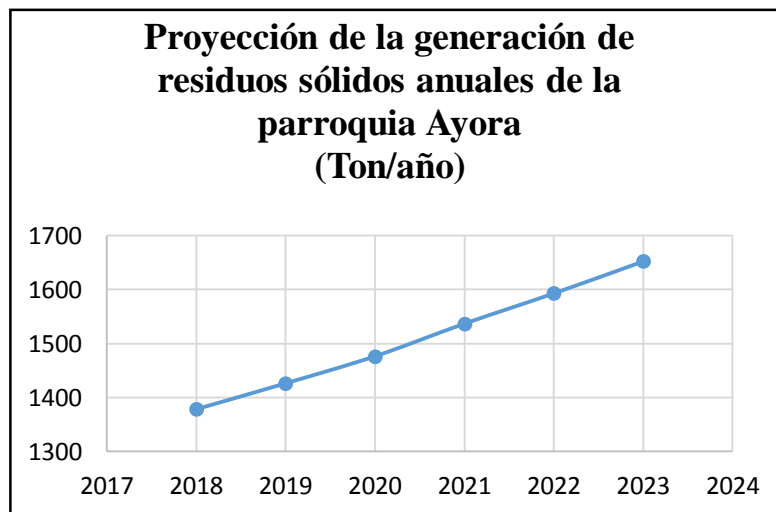


Figura 20 Proyección de la generación de residuos sólidos anuales de la parroquia Ayora
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: La Tabla 23 y la Figura 20 muestran que, si se mantiene la tendencia de generación de RS, sin una adecuada gestión integral de los mismos, se está impactando de forma progresiva y persistente al ambiente, este es el caso, de territorios como Pingulmí, lugar donde se encuentra el botadero controlado y posteriormente se deposita los desechos generados dentro de la parroquia Ayora.

5.1.6. Volumen y densidad de residuos sólidos

Tabla 24

Volumen y densidad de residuos sólidos

Día	Volumen de residuos		Densidad de residuos	
	Sin compactar	Compactados	suelos	compactados
	(m^3)	(m^3)	($\frac{Kg}{m^3}$)	($\frac{Kg}{m^3}$)
1	0,08	0,067	115,49	146,16
2	0,07	0,055	128,46	223,70
3	0,06	0,047	145,37	199,72
	0,05	0,044	163,86	218,99
5	0,05	0,043	144,05	246,72
6	0,04	0,034	132,64	187,79
7	0,05	0,046	129,89	196,53
Promedio	0,057	0,048	137,11	202,80

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

5.1.7. Composición de residuos sólidos de la parroquia Ayora

Tabla 25

Composición de residuos sólidos de la parroquia Ayora

Composición de los residuos sólidos por día										
Tipo de residuo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Peso Total	Composición porcentual	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%	
Fundas	11,6	17,55	20,75	15,8	13,55	14,15	14,4	107,8	13,61	
Botellas	6,25	6,25	4,7	5,15	3,75	4,05	5,85	36	4,54	
Papel	4,15	4	6,1	6,45	4,9	3,45	3,85	32,9	4,15	
Orgánico	49,7	61,25	40,3	46,75	50	44,05	53,75	345,8	43,65	
Peligroso	18,8	21,94	19,55	19,9	23,35	18,45	20,8	142,79	18,02	
Cartón/ Tetra pak	3,2	7,1	3,7	3,35	6,2	3,95	4,15	31,65	4,00	
Textil	2	1,6	3,7	1,15	2,8	1,7	2,45	15,4	1,94	
Vidrio	4	1,6	1,75	4,7	0,35	0,4	1,5	14,3	1,81	
Electrónico	1,05	1,01	1,1	0	0,15	0,3	0	3,61	0,46	
Huesos	0,65	0,4	0,45	0,7	0,25	1,05	0,8	4,3	0,54	
Medicina	0,55	1,3	0,4	0,65	0,4	0,75	0,6	4,65	0,59	
Metal	2,55	2,85	6,8	2,85	3,15	2,05	2,3	22,55	2,85	
Escombros	0,85	0,1	0,2	0,15	0	0,05	0,1	1,45	0,18	
Plástico duro	6,75	0,7	1,95	2,07	1,6	2,5	0,25	15,82	2,00	
Caucho	0	0	1,25	0,85	1,35	1,15	0,75	5,35	0,68	
Porcelana	0	0,75	1,33	0,2	0,7	0,4	0,5	3,88	0,49	
Madera	0	0	2,3	0,2	0,65	0,7	0,1	3,95	0,50	
Total	112,1	128,4	116,33	110,92	113,15	99,15	112,15	792,2	100	

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

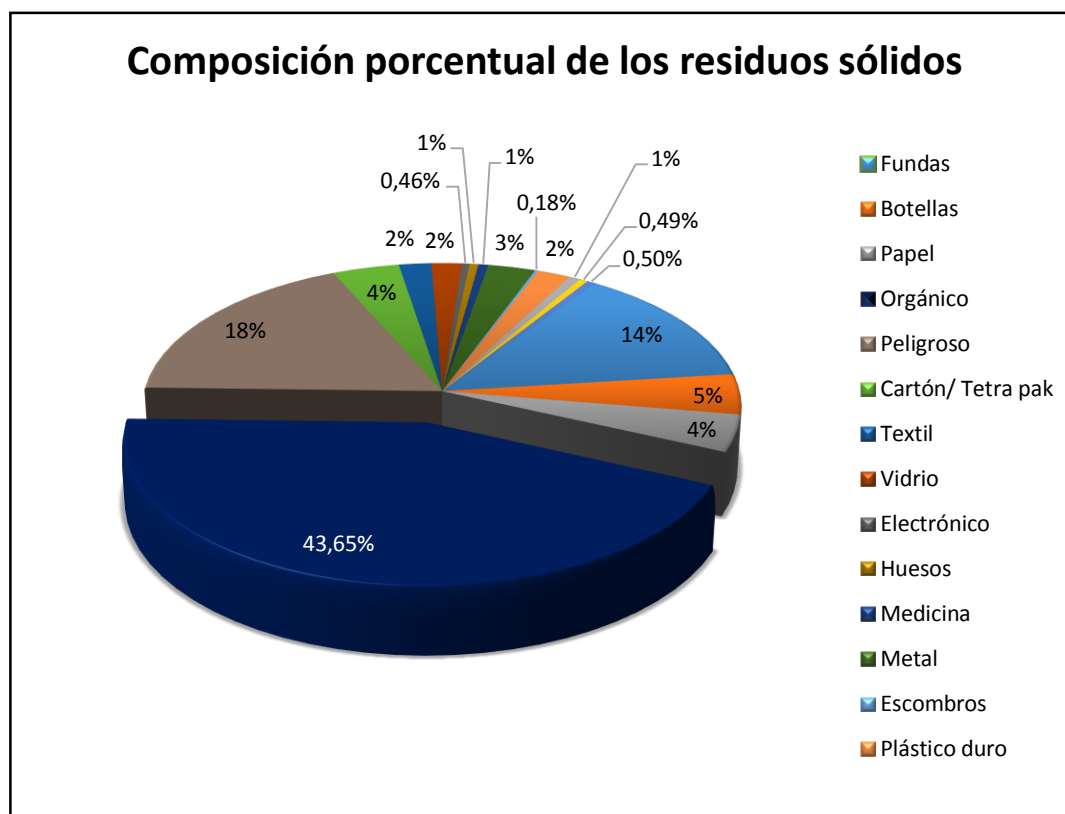


Figura 21 Composición porcentual de residuos sólidos generados en la parroquia Ayora
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: En la Tabla 25 y en la Figura 21, el mayor porcentaje de RS son los orgánicos con un aproximado de 44%, seguido de los residuos peligrosos en un 18% y las fundas en alrededor de 14%. En general, esta composición porcentual de los residuos muestra la problemática, pero también las oportunidades de tener un sistema de GIRS que permita dar otro uso y aprovechamiento a los residuos, mejorando el estilo de vida a nivel socioeconómico y ambiental de la parroquia.

5.1.8. Humedad de los desechos orgánicos

Los resultados fueron obtenidos mediante el análisis de muestras en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, campus Cayambe, dando como resultado un promedio general de 74,28% de humedad presente en la materia orgánica.

Tabla 26
Humedad de los residuos del estrato A

Número de muestra	Peso papel	Peso papel + muestra húmeda	Peso papel + muestra seca	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Porcentaje de humedad
	gr	gr	gr	Gr	Gr	%
A-M1	5,28	10,28	6,48	5	1,2	76
A-M2	4,58	9,58	6,15	5	1,57	68,6
A-M3	4,68	9,68	6	5	1,32	73,6
A-M4	4,59	9,58	5,83	4,99	1,24	75,15
Promedio						73,33

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 27
Humedad de los residuos del estrato B

Número de muestra	Peso papel	Peso papel + muestra húmeda	Peso papel + muestra seca	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Porcentaje de humedad
	gr	gr	gr	gr	Gr	%
B-M1	4,78	9,75	6,21	4,97	1,43	71,22
B-M2	4,7	9,71	6,02	5,01	1,32	73,65
B-M3	4,56	9,56	5,88	5	1,32	73,6
B-M4	4,6	9,61	6,06	5,01	1,46	70,85
Promedio						72,33

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 28
Humedad de los residuos del estrato C

Número de muestra	Peso papel	Peso papel + muestra húmeda	Peso papel + muestra seca	Peso muestra húmeda	Peso muestra seca	Porcentaje de humedad
	gr	gr	gr	gr	Gr	%
C-M1	4,84	9,89	5,8	5,05	0,96	80,99
C-M2	4,65	9,64	5,75	4,99	1,1	77,95
C-M3	4,57	9,56	5,68	4,99	1,11	77,75
C-M4	4,7	9,7	6,1	5	1,4	72
Promedio						77,17

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Es importante considerar los resultados de humedad al momento de llevar a cabo un proceso biológico de degradación de desechos orgánicos, en el presente estudio este proceso es el compostaje, donde este parámetro debe ser

muy bien controlado debido a que el exceso de agua afectaría a otros parámetros como es la reducción de temperatura, ocasionando alteraciones en el metabolismo de los microorganismos que se encuentran en la pila de compost, reduce también el pH y el proceso aerobio se transforma en un proceso anaerobio causando malos olores. Todo esto se origina porque el agua tapona los poros de la pila de compost y reduce la aireación.

5.2. Resultados de la encuesta a la población

- ¿Cuántas personas viven en su hogar?

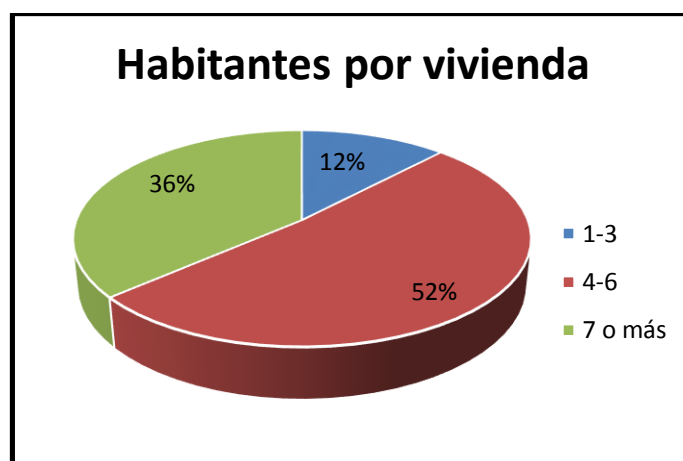


Figura 22 ¿Cuántas personas viven en su hogar?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Como se puede observar en la Figura 22, un 52% de las viviendas encuestadas están conformadas por 4 a 6 personas, el 36% de las viviendas están formadas por 7 o más personas y el 12% de las viviendas están conformadas por 1 a 3 habitantes.

- ¿Dónde realiza usted sus compras, con qué frecuencia y cuánto gasta?

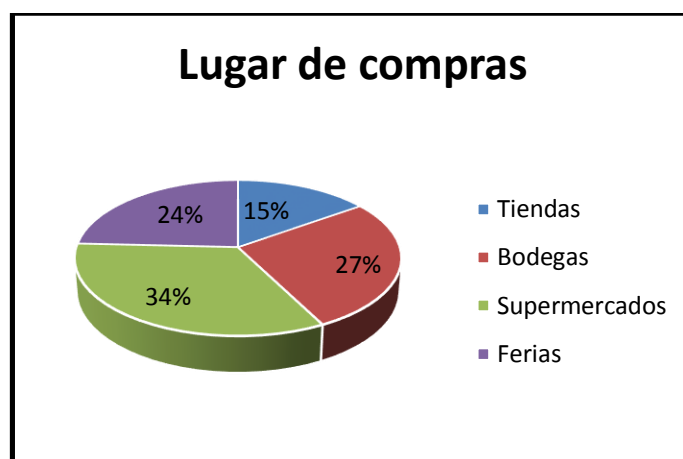


Figura 23 : ¿Dónde realiza usted sus compras?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: En la Figura 23, el 34% de las personas encuestadas realizan sus compras semanales en supermercados, un 27% realizan sus compras en bodegas, el 24% de las personas realizan sus compras en ferias y mientras que el 15% realizan sus compras en tiendas.

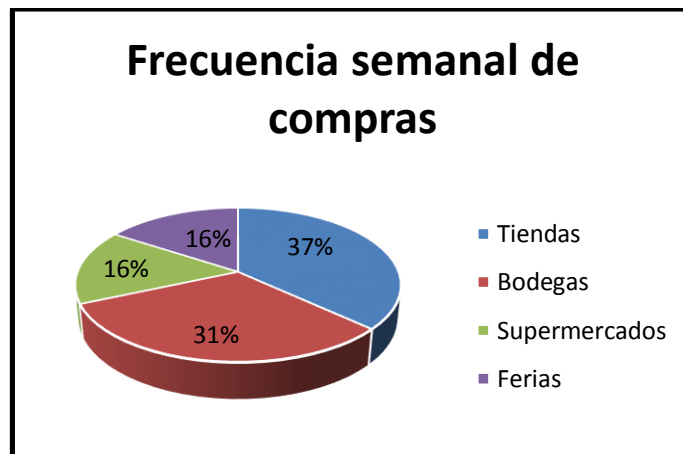


Figura 24 ¿Con qué frecuencia hace sus compras semanales?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Del total de las personas encuestadas y como se presenta en la Figura 24, el 37% tiene una frecuencia semanal para realizar sus compras en tiendas, un 31% de los encuestados asiste semanalmente a comprar sus víveres en bodegas, y el 16% acude semanalmente a supermercados y ferias para realizar sus compras.

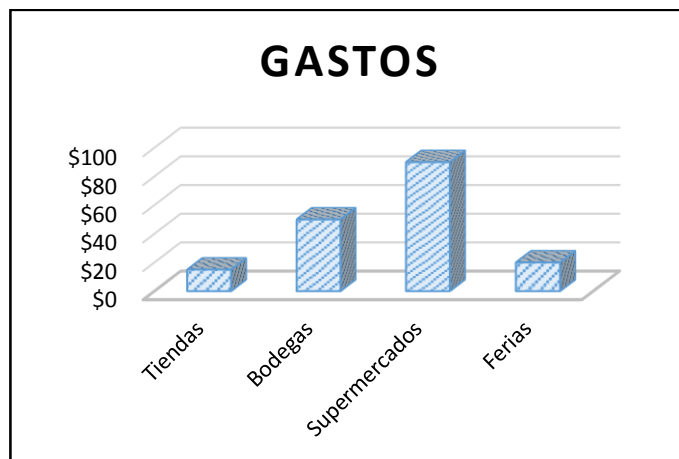


Figura 25 ¿Cuánto gasta en sus compras semanales?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Como se muestra en la Figura 25, las personas realizan sus compras mayormente en supermercados generando gastos de entre los \$ 90.

- **¿Al momento de transportar sus víveres usted utiliza?**

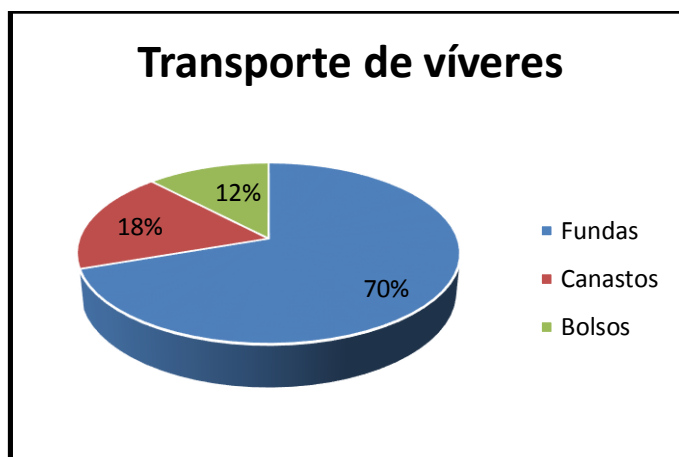


Figura 26 ¿Al momento de transportar sus víveres usted utiliza?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Podemos observar en la Figura 26, que el 70% de los encuestados transportan sus víveres en fundas plásticas, un 18% de los utiliza canastos y el 12% de los encuestados utiliza bolsos para transportar sus víveres. Estos porcentajes se ven evidenciados en la cantidad de fundas plásticas encontradas en la caracterización residuos de la parroquia rural, de igual manera la misma lógica se aplica para parroquias urbanas de mayor tamaño que tampoco están muy conscientes del problema de los plásticos y sus inmensos impactos ambientales en el planeta dentro

de sus “cinco procesos metabólicos de apropiación, transformación, distribución, consumo y excreción” (Reina , 2013)

- **¿Conoce usted qué es el reciclaje de residuos, clasifica o no clasifica?**

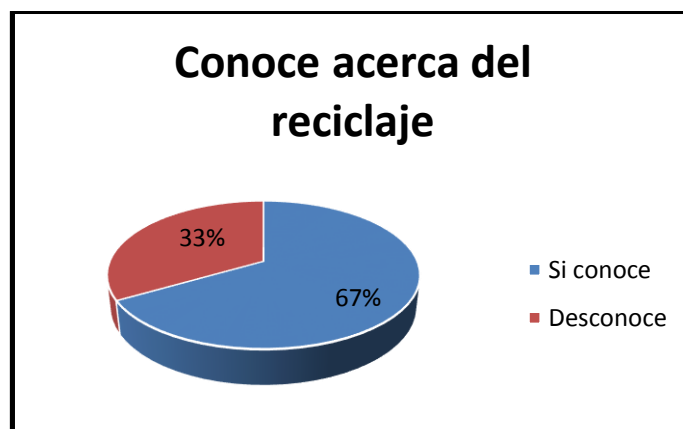


Figura 27 ¿Conoce usted qué es el reciclaje de residuos, clasifica o no clasifica?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Según la Figura 27 la mayor parte de las personas encuestadas conoce acerca del reciclaje correspondiéndole un 67% mientras que el 33% desconoce acerca del reciclaje.

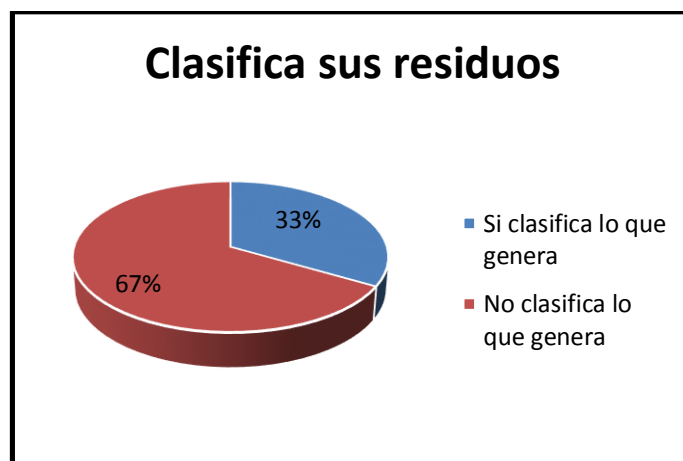


Figura 28 ¿Conoce usted qué es el reciclaje de residuos, clasifica o no clasifica?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Según la Figura 28 un 67% de las personas encuestadas no clasifican los residuos que generan en sus casas y el 33% de las personas encuestadas si clasifican. Esta condición de la Parroquia Ayora que el 67% de su población conozca sobre el proceso de reciclaje, pero un porcentaje igual no llegue a clasificar los residuos, y solamente un 33% si clasifique lo que genera, que es posible incluir a la

gente en un proceso de cambio, pero depende de la parroquia emprender un modelo de GIRS.

- ¿Cuál es el tipo de residuo que más genera en su hogar?

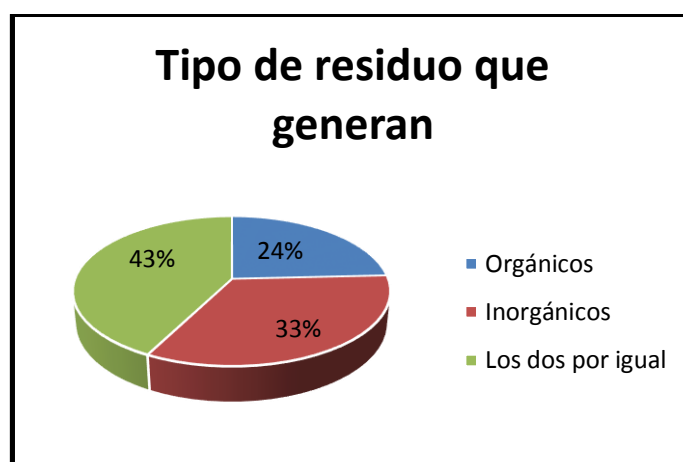


Figura 29 ¿Cuál es el tipo de residuo que más genera en su hogar?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Según la Figura 29 el, 43% de las personas encuestadas generan residuos por igual, el 33% generan residuos inorgánicos y el 24% generando residuos orgánicos.

- ¿Qué tipo de residuo usted clasifica?

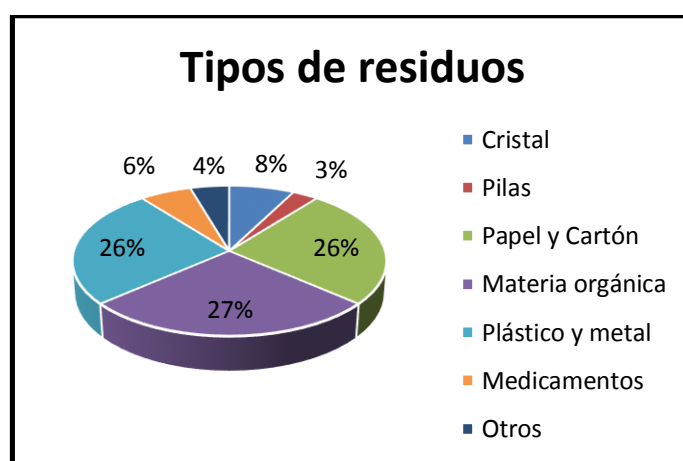


Figura 30 ¿Qué tipo de residuo usted clasifica?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Como se puede ver en la Figura 30, el 27% de las personas clasifican la materia orgánica, seguida de un 26% de papel, cartón, plástico y metal.

- ¿Si clasifica los residuos como utiliza?

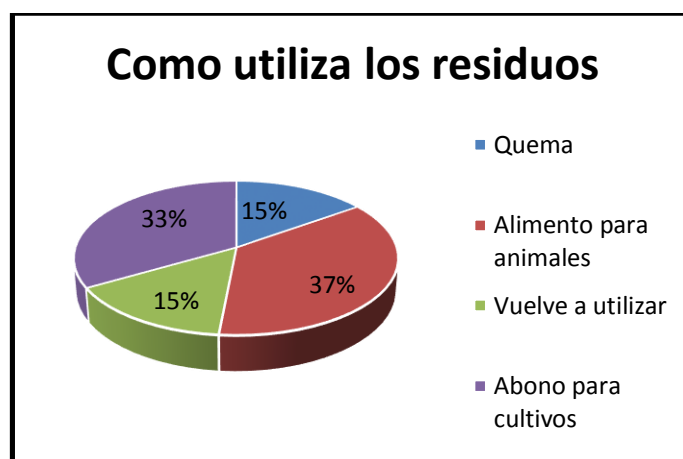


Figura 31 ¿Si clasifica los residuos como los utiliza?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: De acuerdo a la Figura 31, un 37% de las personas utilizan sus residuos generados como alimento para los animales, el 33% utiliza sus residuos para generación de abonos para sus cultivos, mientras que el 15% de las personas los reutiliza y el 15% quema los desechos generando problemas ambientales. Esto quiere decir que el 70% de la población de Ayora tiene hábitos de reutilizar y reciclar los desechos generados por los hogares.

- ¿Cuántas fundas o empaques desechan diariamente en su hogar al realizar las compras?

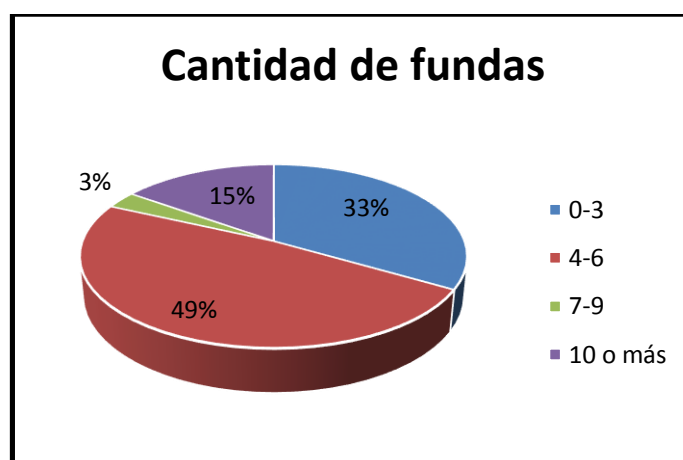


Figura 32 ¿Cuántas fundas o empaques desecha diariamente en su hogar al realizar las compras?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Según la Figura 32, el 49% de los encuestados desechan diariamente de 4 a 6 fundas plásticas, 33% desechan de 0 a 3 fundas, el 15% desechan 10 o más fundas y el 3% generan de 7 a 9 fundas diarias. Pensemos esto en la cantidad de fundas mensuales o anuales que podrían ser evitadas en sus sitios de compra, o a su vez, recicladas dentro de los hogares de la parroquia, evitando el impacto ambiental en el botadero de Pingulmí.

- **¿Qué tratamiento cree usted que se debería dar a los desechos orgánicos domésticos?**

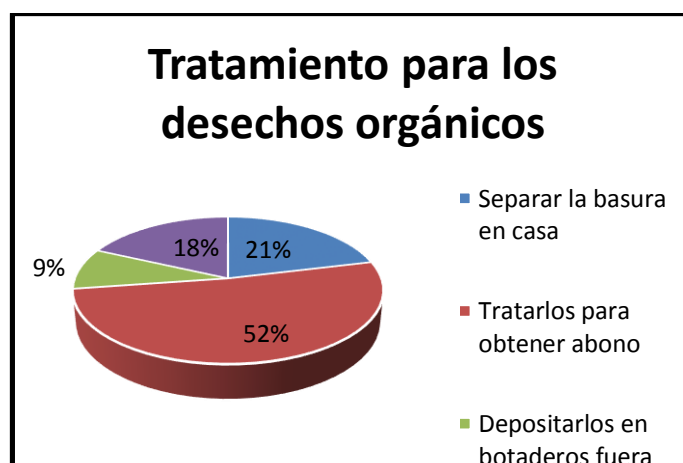


Figura 33 ¿Qué tratamiento cree usted que se debería dar a los desechos orgánicos domésticos?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Discusión parcial: Como se muestra en la Figura 33, el 52% de las personas creen que se debería de tratar a los desechos domésticos para la formación de abonos, 21% de las personas creen que se debería separar los desechos desde la casa, 18% de las personas creen que se debería incinerarlos y el 9% cree que se debería depositarlos en botaderos fuera de la ciudad. Es muy interesante ver que un 73% de los habitantes de la Parroquia tienen conductas sustentables en relación al uso y aprovechamiento de RS. Este resultado coincide con el resultado de la Figura 34. En el que muestra que el 94% de la población de Ayora “sí estaría de dispuesto a clasificar sus desechos con asesoramiento adecuado”.

- ¿Estaría usted dispuesto a clasificar los desechos mediante un adecuado asesoramiento?

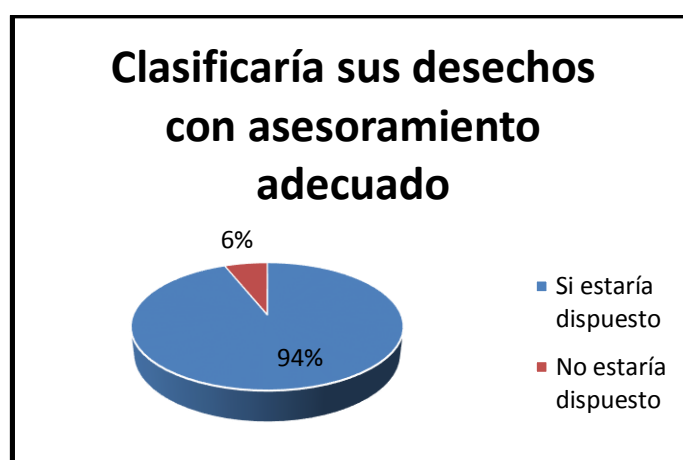


Figura 34 ¿Estaría usted dispuesto a clasificar los desechos mediante un adecuado asesoramiento?
Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

5.3. Resultados para analizar la factibilidad de implementar el centro de gestión de residuos sólidos.

5.3.1. Resultados del Compost

- **Dimensiones de la compostera piloto**

Las dimensiones de la compostera fueron determinadas en base a la cantidad de residuos orgánicos por estrato como se muestra en la Tabla 29, los que fueron recuperados durante los siete días de caracterización. Las dimensiones son las siguientes: largo: 1,70 m, ancho: 1,70 m y altura: 0,60 m.

Tabla 29

Cantidad de residuos orgánicos de la parroquia Ayora

Estrato A	Estrato B	Estrato C	Total Kg
184,05	75,8	85,95	345,8

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Temperatura**

Las temperaturas alcanzadas en el proceso de compostaje que se describen a continuación están relacionadas al tamaño de la pila, al tipo de material compostable que se usó, humedad y relación C/N de la mezcla.

Tabla 30

Temperaturas óptimas y temperaturas alcanzadas

Etapas	Temperatura óptima	Temperatura alcanzada
	°C	°C
Mesófila	20 – 45	43
Termófila	45 – 60	56
Enfriamiento	60 – 40	42
Maduración	18 – 20	20

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Humedad**

Al aplicar la técnica del puño cerrado las primeras semanas se obtuvo un alto porcentaje humedad ya que se observó caer algunas gotas de agua para controlar este parámetro se realizó el proceso del volteo de la pila de compost y se agregó material seco como hojarasca, paja, o aserrín.

- **pH**

El pH fue variando dependiendo la etapa en la que se encontraba el compost, comenzando con un pH ácido de 4,5 en la etapa mesófila, una vez que se llegó a la etapa termófila el pH de la pila del compost subió a 5, en la etapa de maduración subió el pH a 7,5 y por último en la epata de maduración descendió a un pH neutro de 7.

- **Reducción de tamaño de la pila de compost**

Las dimensiones originales al momento de formar la pila de compost fueron: largo = 1,30 m, ancho= 1,30 m y de altura 0,80 m

Discusión parcial: Conforme el tiempo de compostaje fue transcurriendo y el proceso de degradación de la materia fue atravesando por las diferentes etapas por

acción de los microorganismos hasta agotarse las últimas fuentes de nutrientes el volumen de la pila de compost se redujo a estas dimensiones largo= 1,15 m, ancho= 1,15 m y altura= 0,54 m.

De esta manera se obtuvo una reducción de la pila del compost del 47%

- **Contenido de carbono orgánico total del compost**

Se realizó un análisis químico del compost en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana campus Cayambe, dando como resultado un compost clase B alto en contenido de materia orgánica y carbono total, esto gracias al aporte de residuos orgánicos, restos de poda, aserrín, excremento de vaca, hojas verdes y cartón.

El Anexo 4, muestra los datos que se consiguieron mediante el análisis laboratorio.

5.3.2. Factibilidad para el desarrollo de un centro de gestión de residuos sólidos para la obtención de bioinsumos

Para el análisis de factibilidad del desarrollo de un centro de gestión de residuos sólidos para obtener bioinsumo, se realizó un análisis cuantitativo respecto a la cantidad de compost que se podría generar a partir de los residuos orgánicos de la parroquia Ayora y cualitativo en base a la calidad y tipo de compost que se generó en la compostera piloto, para lo cual se realizó un análisis del compost para determinar las características químicas y requerimientos nutricionales que posee dicho compost.

Análisis cuantitativo

- **Localización del centro de gestión de residuos sólidos**

El centro de gestión de residuos sólidos se podría ubicar al frente de las piscinas de oxidación, localizadas en la parte baja de la población de la parroquia Ayora, cerca al río Puluví, la importancia de ubicar el centro en este lugar es para no generar malestar a los pobladores por posibles olores generados a partir de los materiales que van a

desarrollar el bioinsumo. Estos terrenos donde se encuentran las piscinas de oxidación pertenecen al Gobierno Autónomo Descentralizado San José de Ayora. (Anexo 5)

- **Dimensiones del centro de gestión de residuos sólidos orgánicos**

Por medio de los resultados de la Tabla 23, la parroquia Ayora produce 113,29 toneladas de residuos al mes, teniendo un 43,65% de materia orgánica, para lo cual el centro de compostaje va a dar tratamiento a 49,45 toneladas al mes de materia orgánica, cantidad que representa la totalidad de residuos orgánicos de la parroquia.

Para tratar dicha cantidad se plantea la construcción de un centro de gestión de residuos sólidos orgánicos, las dimensiones para este centro son 18 metros de largo y 5 metros de ancho, teniendo como superficie total 90 m², espacio suficiente para tratar los residuos orgánicos e implantar la maquinaria, que servirá para obtener compost el mismo que será utilizado en la agricultura de la parroquia

- **Distribución y descripción del centro de gestión de residuos sólidos orgánicos.**

Considerando la superficie que se necesita para implementar el centro de gestión de residuos orgánicos, este se distribuyó en seis zonas, donde se tratará la materia orgánica desde su llegada al centro hasta obtener el producto final con su respectivo empaquetado para su posterior comercialización, para llevar acabo todo el proceso de compostaje se lo realizará de manera semi mecanizada. (Anexo 6)

- 1. Zona de recepción y pre tratamiento de residuos orgánicos**

Esta zona tiene una superficie de 7,5 m², aquí van a llegar los residuos orgánicos provenientes de la parroquia Ayora para ser almacenados temporalmente a la espera del pre tratamiento que consiste en separar los desechos que no son compostables, finalizada esta acción con la mini cargadora se movilizan los residuos a la siguiente fase.

2. Zona de reducción de tamaño de los residuos orgánicos

Esta área va estar incorporada con una trituradora y una picadora las cuales van a ser alimentadas con los residuos orgánicos que fueron tratados en la anterior etapa, la finalidad de reducir el tamaño de los desechos grandes es para tener una mejor mezcla y acortar el tiempo de compostaje. Esta zona tiene una superficie de 7,5 m²

3. Zona de compostaje

Para esta sección la superficie será de 50 m², es la zona más grande del centro de residuos orgánicos donde se va a controlar los diferentes parámetros (temperatura, pH, humedad, aireación, relación C/N) para el proceso de compostaje, también se va a formar las pilas piramidales de compost con las siguientes dimensiones 2 m de alto, 3 m de ancho y 8 de ancho, estas medidas se las obtuvieron en base a la cantidad de desechos orgánicos a ser tratados, para llevar a cabo esta acción se utilizará la mini cargadora.

4. Zona de maduración de compost

Esta etapa del proceso tendrá una superficie de 25 m², una vez terminadas las diferentes etapas de compostaje y cumplido los parámetros requeridos el compost, este es trasladado a esta área para que termine su proceso y pueda pasar a la zona de tamizado.

5. Zona de tamizado del compost

Para este proceso el área requerida es 12,5 m², en esta zona se incorpora una malla inclinada con agujeros de 1 cm que servirá de tamiz, el compost maduro se lo transportará en carretillas y con palas, se lo regará en la malla para tener un producto final más fino para este proceso también se podrá utilizar la mini cargadora, los desechos grandes que no logren atravesar el tamiz serán retirados manualmente y reutilizados para el proceso de compostaje.

6. Zona de empaquetado y almacenado

Es la última fase de este proceso la superficie para realizar esta acción es 12,5 m², el compost que se recuperó de la anterior etapa es colocado en sacos de forma manual con palas finalmente se sellan los sacos o quintales y están listos para comercializarse.

- **Cantidad de compost generado en el centro de gestión de residuos sólidos para la obtención de bioinsumos**

La base para la producción de compost en el centro con fines de bioinsumos es la cantidad de residuos orgánicos cuyo valor es 49,45 toneladas mensuales, adicionalmente se suma los demás materiales compostables utilizados para la formación del compost.

Se calcula el número de quintales de compost que se generan al es, tomando en cuenta que un quintal equivale a 50 Kg.

Tabla 31
Cantidad de compost generado

Material	Peso	Reducción 47%	Nº de quintales de compost
	(Ton/mes)	(Ton/mes)	Kg
Material compostable	50,45	26,74	535

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Análisis de costos unitarios del compost**

Los resultados que permitirán analizar la propuesta de inversión económica del centro de gestión de residuos para obtener bioinsumo son los siguientes:

- **Costos Unitarios**

Los costos de inversión que se tomaron en cuenta para la implementación del centro de gestión de residuos sólidos para obtener bioinsumos son los siguientes:

- **Costos privados de construcción del centro de gestión de residuos sólidos**

Tabla 32

Costos privados de la construcción del centro de gestión de residuos sólidos

Tipo de construcción	Superficie (m²)	Costo
Invernadero	75	\$ 20.000

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Costos privados de las maquinarias para el centro de gestión de residuos sólidos**

Tabla 33

Costos privados de las maquinarias

Tipo de Maquinaria	Costo
Trituradora ¹	\$ 1.840
Picadora ²	\$ 1.129
Mini cargadora ³	\$ 25.000
Total	\$ 27.969

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Fuente:¹ Mercadolibre (2018)

² Sukampo (2018)

³ Miflota (2018)

- **Costos privados de los operarios del centro de gestión de residuos sólidos**

Para determinar el sueldo anual de los operarios se tomó en cuenta el salario básico de una persona en el Ecuador al año 2018, en el tiempo laboral de un mes, más el 30% que corresponde a cubrir décimos y horas extras de trabajo.

Tabla 34

Costos privados de los operarios del centro de gestión de residuos sólidos

Número de empleados	Puesto	Sueldo Mensual + 30%	Sueldo Anual
2	Operadores de maquinarias	\$ 501,8	\$ 12.043,20
2	Clasificadores de residuos sólidos	\$ 501,8	\$ 12.043,20
1	Operario del carro recolector	\$ 520	\$ 6240
Total			30.326,40

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Costos fijos**

Tabla 35
Costos fijos

Maquinaria	\$ 27.969
Operadores de maquinaria	\$ 12.043,20
Operador del vehículo recolector	\$ 6.240
Clasificadores de residuos	\$ 12.043,20
Invernadero	\$ 20.000
Diésel	\$ 2.000
Mantenimiento de maquinaria	\$ 2.000
Total	\$ 82.295,40

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Precio al mercado**

Este precio se calculó a partir del costo variable que representa, el costo estándar del compost en el mercado el mismo que tiene un valor de \$13 por quintal.

$$pq = cf + cvq$$

$$p = \frac{82.295,40 + 13 * (535)}{(535)}$$

$$p = \frac{166,82}{18}$$

$$p = \$9,30$$

Discusión parcial: El quintal de compost deberá venderse a un valor de \$9,30 para cubrir la inversión generada, este criterio se aplicará si se vende la totalidad de quintales generados en un periodo de 18 meses, de esta manera culminado este periodo el centro de gestión de residuos sólidos comenzará a generar ganancias.

Tabla 36
Comparación de precios de compost que se comercializan en Cayambe

Nombre del compost	Cantidad	Precio ofertado
	(Kg)	(\$)
Labin - Abono orgánico (Compost 1)	25	\$ 25,95
Fertilizante Compostado (Compost 2)	50	\$ 13

Compost Generado en el centro de residuos sólidos (Compost 3)	50	\$ 9,30
---	----	---------

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Valor Actual Neto (VAN)**

Los resultados del VAN y el porcentaje de inversión del proyecto se los obtuvo a partir de los datos de los costos que se describieron anteriormente.

$$VF = VAN(1 + S)^n$$

$$VAN = \frac{VF}{(1 + S)^n}$$

$$VAN = \frac{82.295,40}{(1 + 0,08)^{20}}$$

$$VAN = \$17.656,30$$

- **Tasa de Inversión (TIR)**

El tiempo que se consideró para realizar los cálculos de inversión y viabilidad del proyecto es 20 años.

$$VF = VAN(1 + S)^n$$

$$714497 = 17.656,30(1 + S)^{20}$$

$$S = 0,2032$$

$$S = 20,32\%$$

Análisis cualitativo

- **Calidad de compost generado en el centro de gestión de residuos sólidos**

La calidad del compost esta dado en base a los resultados obtenidos del análisis en laboratorio del compost, se realiza una comparación entre diferentes tipos de compost que se comercializan en Cayambe, para determinar la calidad de compost que se podría generar en el centro de gestión de residuos sólidos.

Tabla 37

Comparación de la composición porcentual P/P del compost

Nombre del compost	Composición % P/P							
	Nitrógeno	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Fe	Materia orgánica	Carbono	Ca
(Compost 1)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	30,0	17,4	-
(Compost 2)	1,61	0,99	1,22	0,45	0,1908	45	10	15
(Compost 3)	0,5	0,84	0,39	0,14	0,1101	17,3	10,2	0,95

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Fuentes nutricionales para enriquecer el compost**

Mediante la bibliografía consultada y con la finalidad de mejorar los índices nutricionales del abono orgánico que se obtuvo a través del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos generados en la parroquia Ayora, se describe a continuación algunas fuentes nutricionales que ayudaran a enriquecer el compost y potencializar su comercialización en el mercado.

- **Harina de sangre**

Derivada de los residuos de rastros de ganado. La sangre seca en polvo contiene 12 % de nitrógeno, mineralizando rápidamente a formas fácilmente disponibles para la planta. Este producto es completamente soluble en agua y adecuado para su distribución mediante el sistema de riego (Intagri, 2017).

- **Roca fosfórica**

La aplicación directa de roca fosfórica como fuente de fósforo se ha realizado por más de 100 años. La roca fosfórica libera lentamente el fósforo, pues, aunque su concentración de este elemento llega a más del 15 %, su concentración de fósforo soluble suele ser muy bajo (< 1 % P). Para su uso se deben tener en cuenta las propiedades (concentración, solubilidad, tamaño de las partículas) de esta fuente, las condiciones del suelo y clima, así como el cultivo y las prácticas de manejo del mismo suelo (Intagri, 2017).

- **Sulfato de potasio**

Cuando este material proviene de fuentes naturales se permite su uso en la agricultura orgánica. No se puede hacer proceso alguno sobre el material, salvo la trituration y tamizado. Su uso no está permitido en algunos países europeos sin el permiso especial de alguna agencia certificadora. De forma general contiene 40 % de potasio y 17 % de azufre (Intagri, 2017).

5.4. Resultados de la adquisición del carro recolector

- **Sector y tipo de proyecto**

Para determinar el sector y tipo de proyecto se tomó como base las normas para la inclusión de programas y proyectos en los planes de inversión pública, cuyo objetivo es “operativizar la inclusión de programas y proyectos en los planes de inversión pública” (SENPLADES, 2015). Según estas normas el proyecto está dentro de:

Tabla 38

Sectores y subsectores

Número	Sectores	Subsectores/Tipo de Intervención
3	Saneamiento Ambiental	Desechos Sólidos

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Fuente: SENPLADES (2015)

- **Diagnóstico del Problema**

A partir del 2014 la JAAPS Ayora, tiene la responsabilidad para la recolección de los desechos sólidos, dicha responsabilidad o competencia fue otorgada por el Gobierno Autónomo Descentralizado “San José Ayora”, junto con esto también se entregó una volqueta que es improvisada como un carro recolector así se ha logrado brindar el servicio de recolección de RS en los sectores urbano y rural de la parroquia. Este sistema de recolección no presentaba inconvenientes debido a que en ese tiempo el número de pobladores no era muy elevado y por consiguiente la generación de residuos era baja, en la actualidad la realidad es diferente debido al crecimiento

poblacional y la expansión de la misma dentro de la parroquia hace que haya un alto índice de consumo de los recursos, aumentando considerable la producción de residuos, esto a conllevando al deterioro del vehículo y reducción de la calidad del servicio de recolección, debido a que sus características no son las apropiadas es decir, la capacidad de carga no es la óptima, no cuenta con una caja compactadora de residuos, esto hace que se tengan que realizar más números de viajes de recolección, gastos en combustibles para poder tener una cobertura de toda la parroquia.

- **Posibles impactos Ambientales por la falta de servicio de recolección de residuos dentro de algunos sectores de la parroquia Ayora**

Tabla 39
Impactos ambientales

Impacto Ambiental	Componente Afectado	Descripción
Acumulación de residuos	Calidad del Suelo	Los desechos al estar en contacto con el suelo y dejarlos acumular por un periodo considerable de tiempo, afectan a las propiedades físico-químicas del suelo reduciendo su fertilidad y aumentando la desertificación esto es producto de los diferentes contaminantes que tienen los residuos al momento de su descomposición.
Generación de lixiviados	Calidad del Suelo	Los lixiviados al filtrarse a través de las diferentes capas del suelo afectan a su micro fauna debido a que este contaminante contiene metales pesados, grasas, aceites entre otros los cuales no son asimilables por estos microorganismos (lombrices, bacterias, hongos) que se encuentran en el suelo.
	Calidad del Agua	Alteran tanto a la calidad del agua superficial como subterránea disminuyendo la cantidad de oxígeno disuelto, aumentando los niveles de nutrientes dando formación a la eutrofización u aumento de algas en el agua
Generación de malos olores	Calidad del Aire	Los residuos al descomponerse generan la formación de malos olores y gases tóxicos como

		dióxido de carbono y metano los cuales contribuyen al efecto invernadero
	Salud	Los gases y material particulado que son producto de la quema de los residuos, ocasionan irritaciones a los ojos y afectan a al sistema respiratorio.
Alteración paisajística	Paisaje	El paisaje se ve afectado por la acumulación de residuos no solo en calle sino también en parque, ríos, quebradas, etc. Esto hace que haya desvalorización de estos lugares y por consiguiente un bajo nivel de vida en la población.

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Análisis costo beneficio**

A través de este análisis, se analizará económicamente si es beneficiosa realizar la inversión para llevar a cabo esta propuesta, y mejorar el servicio de recolección de los RS en parroquia Ayora.

- **Costos unitarios**

Se realizaron los cálculos para los costos privados, costos fijos y costos marginales que fueron utilizados para el desarrollo de la tasa de inversión y el valor actual neto en el que se va a invertir todos estos resultados servirán para analizar si la adquisición del carro recolector con caja compactadora será rentable.

- **Costos privados de la nueva unidad de recolección**

Tabla 40

Costos privados del nuevo carro recolector con compactadora

	Tipo de Vehículo	Volumen (m ³)	Costo anual
	Caja con compactadora	15	\$66.000
Total		15	\$66.000

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Costos privados del personal de las rutas de recolección del proyecto**

Tabla 41

Costos privados por operarios

Número de empleados	Puesto	Sueldo Mensual + 30 %	Sueldo Anual
2	Ayudantes	\$501,8	\$12.043,2
1	Operador del Vehículo	\$520	\$6.240
Total			\$18.283,2

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Las características del vehículo compactador fueron previamente consultadas para poder realizar la recolección de RS dentro de la parroquia, el camión recolector es de doble tracción con una capacidad de carga de 10 toneladas (Alibaba, 2018).

- **Costos fijos**

Tabla 42

Costos fijos

Vehículo compactador	\$66.000
Ayudantes	\$12.043,20
Operador	\$6.240
Mantenimiento del carro	\$1.000
Diésel	\$2.706
Total	\$87.989,20

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Costo variable**

El costo variable representa la tasa de cobro por cada tonelada de desechos que llegan al botadero controlado de Pingulmí. Este costo fijo es \$0,45/Ton.

$$pq = cf + cvq$$

$$p = \frac{cf + cvq}{q}$$

$$p = \frac{87.989,20 + 13.873 * 0,45 * 0,00073 * 365}{13.873 * 0,00073 * 365}$$

$$p = 24.292,2 * 5 * 0,00073 * 30$$

p= \$2,66 familia/mes

- **Costos Marginales**

El costo marginal social, privado y beneficio responden a los siguientes datos:

Tabla 43

Costos Marginales

Costo	CMS	CMP	Beneficios
1,03	3,7	0,7	8,03
1,42	4	1	7,3
1,87	5	2	6,1
2,03	5,5	2,5	5,23
2,45	7	4	4,15
2,68	8,1	5,1	3,01
3,1	12	9	2,11

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

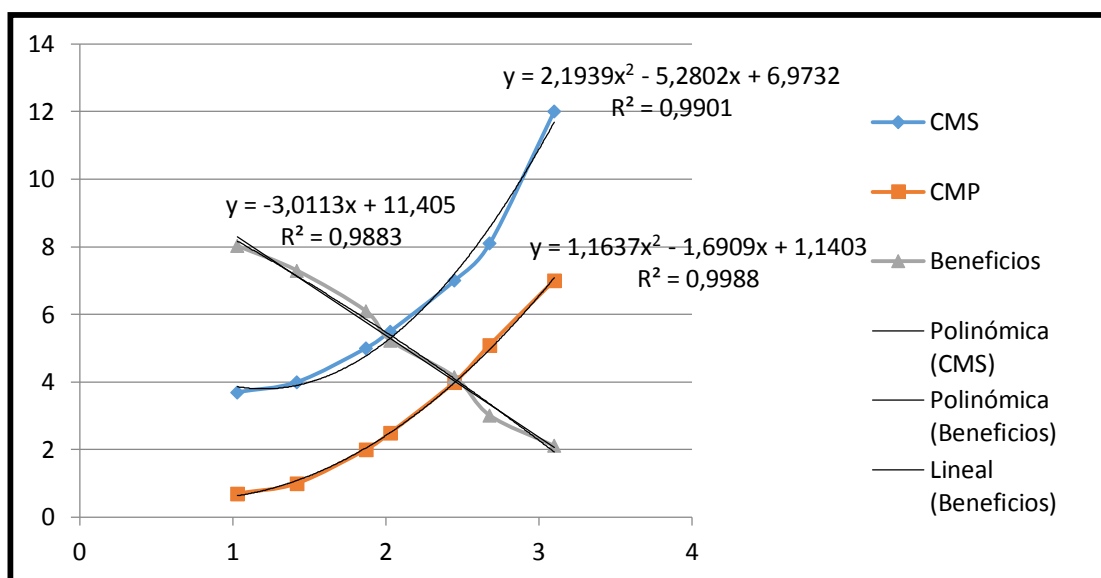


Figura 35 Costos marginales privados, social y beneficios

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Costo marginal social**

A partir de los datos anteriores se realizó regresiones para determinar el tipo de ecuación polinómica a la cual representa la curva, el costo marginal social es:

$$2,1939x^2 - 5,2802x + 6,9732$$

- **Costo marginal privado**

A partir de los datos anteriores se realizó regresiones para determinar el tipo de ecuación polinómica a la cual representa la curva, el costo marginal privado es:

$$1,1637x^2 - 1,6909x + 1,1403$$

- **Beneficios**

A partir de los datos anteriores se realizó regresión para determinar el tipo de ecuación polinómica a la cual representa la curva, el beneficio es:

$$-3,0113x + 11,40$$

- **Impuesto piguviano**

Para el cálculo del impuesto piguviano es necesario tener los costos marginales privados, costo marginal social y el beneficio.

$$CMP = Beneficio$$

$$1,1637x^2 - 1,6909x + 1,1403 = -3,0113x + 11,40$$

$$1,1637x^2 + 1,3204x - 10,2647 = 0$$

$$x = \frac{-1,3204 \pm \sqrt{(1,3204^2) - 4(1,1637)(-10,2647)}}{2(1,1637)}$$

$$x_1 = 2,46$$

$$x_2 = 3,59$$

$$CMS - CMP = \text{impuesto piguviano}$$

$$CMS - CMP = \text{impuesto piguviano}$$

$$\text{imp piguviano}$$

$$= 2,1939x^2 - 5,2802x + 6,9732 - 1,1637x^2 - 1,6909x$$

$$+ 1,1403$$

$$\text{imp piguviano} = 1,0302x^2 - 3,5893x + 5,8329$$

$$\text{imp piguviano} = 1,0302(2,46)^2 - 3,5893(2,46) + 5,8329$$

$$\text{imp piguviano} = 3,24$$

- **Costo Irrecuperable**

$$CMS = Beneficio$$

$$2,1939x^2 - 5,2802x + 6,9732 = -3,0113x + 11,40$$

$$2,1939x^2 - 2,2689x - 4,4318 = 0$$

$$x = \frac{2,2689 \pm \sqrt{(2,2689^2) - 4(2,1939)(-4,4318)}}{2(2,1939)}$$

$$x_1 = 2,03$$

$$x_2 = 0,99$$

$$\int_{-0,99}^{2,03} (CMS - Beneficio) dx$$

$$\int_{-0,99}^{2,03} (2,1939x^2 - 5,2802x + 6,9732 + 3,0113x - 11,405) dx$$

$$\int_{-0,99}^{2,03} (2,1939x^2 - 2,2689x - 4,4318) dx$$

$$\frac{2,1939}{3} x^3 - 1,13445x^2 - 4,4318x$$

$$Costo Irrecuperable = \left[\frac{2,1939}{3} (2,03)^3 - 1,13445(2,03)^2 - 4,4318(2,03) \right] -$$

$$\left[\frac{2,1939}{3} (-0,99)^3 - 1,13445(-0,99)^2 - 4,4318(-0,99) \right]$$

$$Costo Irrecuperable = 4,99$$

- **Valor Actual Neto (VAN)**

Se pretende sacar el valor actual neto y la tasa de inversión del proyecto con los datos previamente obtenidos.

$$VF = VAN(1 + S)^n$$

$$VAN = \frac{VF}{(1 + S)^n}$$

$$VAN = \frac{87.989,20}{(1 + 0,08)^{20}}$$

$$VAN=\$18.877,93$$

- **Tasa de Inversión (TIR)**

Para el cálculo de la tasa de inversión se tomará en cuenta un valor final para 20 años.

De igual manera se tomará en cuenta una depreciación del carro recolector de \$1.000 americanos por año.

$$VF = VAN(1 + S)^n$$

$$\$505.784 = \$18.877,93(1 + S)^{20}$$

$$S=0,1787$$

$$S=17,87\%$$

- **Matriz de marco lógico para políticas económico ambiental del proyecto**

Una vez que se tiene los resultados del análisis costo beneficio y por medio de las siguientes matrices de marco lógico, se describe los beneficios de adquirir el carro recolector con compactación.

Tabla 44

Matriz de marco lógico de propósito

Resumen	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Disponer de un sistema de recolección óptimo que abastezca a la parroquia Ayora.	Número de viviendas que dispone el sistema de recolección.	Fundas de basura llenas de residuos recogidos por vivienda.	Disminuir la acumulación de residuos en ciertos sectores de la parroquia.

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 45

Matriz de marco lógico de componentes

Resumen	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Implementar el nuevo carro recolector con compactadora para la reducción de viajes en la recolección de los RS.	Tiempo que demora en realizar la recolección de los RS.	Reducción del tiempo de recolección de los RS.	Disminuir el tiempo de recolección sin modificar la ruta preestablecida por día.

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 46
Matriz de marco lógico de fin

Resumen	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Mejorar el servicio de recolección de RS.	Número de personas satisfechas por el servicio de recolección de RS.	Encuesta al momento de realizar el pago por el servicio otorgado.	Mejorar la calidad de vida de los moradores de la parroquia.

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

- **Análisis de viabilidad para la adquisición de un nuevo carro recolector**

El nuevo carro recolector cuenta con características específicas, para mejorar el sistema de recolección de R.S en la parroquia, con esta adquisición se espera tener una mayor cobertura del servicio, el cual contribuya a mejorar el estilo de vida de los sectores urbano-rural de Ayora. Este trabajo experimental se enfoca a nivel social y de bienestar buscando el beneficio de la sociedad.

Tabla 47
Indicadores económicos VAN y TIR

Año	VAN	TIR
2038	\$18.877,93	17,87%

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 48
Tasa de cobro por el servicio de recolección

Año	Tasa de Cobro sin implementar el proyecto	Tasa de cobro implementando el proyecto
2018	\$1,50	\$2,66
2038	\$1,50	\$2,66

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Tabla 49
Costo anual de diésel

Año	Costo de diésel con la volqueta	Costo de diésel con el carro recolector	Ahorro al año
2018	\$2.076	\$1.125	\$951
2038	\$2.388	\$1.294	\$1.094

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

Asumiendo que el costo de diésel suba un 15% para el año 2038.

5.5. Discusión general

En la parroquia Ayora no existe documentación con la que se pueda comparar los resultados que se obtuvo en la fase de campo, es por esto que se realizará un análisis con otros estudios de caracterización de residuos sólidos que se han realizado a nivel del Cantón Cayambe como de la parroquia Guayllabamba.

De acuerdo con Lucero & Viñamagua. (2016), quienes realizaron el diseño de un sistema de recolección de residuos sólidos del cantón Cayambe, encontraron que el PPC de los RSU estimada fue de $0,72 \frac{Kg}{hab*día}$, generado alrededor de 42,6 toneladas de residuos al día esto para una población de 59.050 habitantes, con respecto a la composición de residuos el 67% corresponde a materia orgánica mientras que el 33% corresponde a materia inorgánica.

De igual manera Orbe. (2012), en su estudio de residuos sólidos urbanos para la parroquia Guayllabamba, considera que para una población de 16.213 habitantes, el PPC corresponde a $0,4 \frac{Kg}{hab*día}$, teniendo así una generación diaria de residuos de 12,44 toneladas, en cuanto a la composición orgánica de residuos se tiene un estimado de 54% y el restante 46% corresponde a materia inorgánica.

Para la parroquia Ayora, según los datos que se obtuvieron de PPC, para una proyección poblacional de 8 años en base al último censo del 2010, la población estimada corresponde a 13.873 habitantes para el 2018 con un PPC aproximado de $0,27 \frac{Kg}{hab*día}$, generando al día 37'762.306 toneladas de residuos dentro de la parroquia los mismos que son depositados en el botadero controlado Pingulmí, refiriéndose a la composición de residuos el 43,65 % son residuos orgánicos mientras que para los desechos inorgánicos corresponde un 56,35%.

Al realizar un análisis entre los datos de las autoras antes mencionadas observamos que hay una variación entre el PPC con respecto a Cayambe – Ayora la variación de

PPC corresponde a un $0,45 \frac{Kg}{hab*día}$, mientras que para Guayllabamba – Ayora existe una variación de $0,13 \frac{Kg}{hab*día}$, esta variación hace referencia a lo mencionado por Solíz. (2017), quien manifiesta que las ciudades o territorios con un alto grado de densidad poblacional e índices de desarrollo económico, tienden a generar mayor cantidad de residuos y por consiguiente tendrán un aumento en los índices de producción per cápita.

En cuanto a los porcentajes de generación de residuos orgánicos para Cayambe y Guayllabamba se puede apreciar que los porcentajes se encuentran sobre el 50 %, siendo así el 67% y 54% respectivamente, mientras que para Ayora el bajo porcentaje de residuos orgánicos es consecuencia de que en ciertos sectores de la parroquia los pobladores utilizan los residuos orgánicos como alimento para sus animales o para abono de sus huertos ecológicos por lo que no son entregados al carro recolector para su disposición final.

Cabe mencionar que en los anteriores estudios no se tenía cálculos de humedad de los residuos por lo que el análisis se lo realizará en base a la tabla propuesta por (Tchobanoglous, 1998).

Tabla 50
Densidad y Humedad por Tipo de residuo

Tipo de residuo	Densidad (kg/m ³)		Humedad (%)	
	Intervalo	Valor típico	Intervalo	Valor típico
Domésticos (no compactados)				
Residuos de comida	131-481	291	50-80	70
Papel	42-131	89	4-10	6
Cartón	42-80	50	4-8	5
Plásticos	42-131	65	1-4	2
Vidrio	160-481	196	1-4	2
Latas de metal	50-160	89	2-4	3
Aluminio	65-240	160	2-4	2
Otros metales	131-1 151	320	2-4	3
Textiles	42-101	65	6-15	10
Madera	131-320	237	15-40	20

Residuos de jardín	59-225	101	30-80	60
Construcción y demolición				
Demolición mezclados (no combustible)	1 000-1 600	1.421	2-10	4
Demolición mezclados (combustible)	300-400	360	2-15	8

Fuente: Tchobanoglous (1998)

Elaborado por: Morales L., Rocha P., 2018

En función a los datos de humedad de la Tabla 50 los residuos orgánicos de la parroquia Ayora corresponden para el estrato A 73,33, estrato B 72,33 y estrato C 77,17, de tal manera se puede analizar que se encuentran en el rango de 50 a 80% siendo así aptos para utilizarlos como materia prima de compost, según Robles (2015), la humedad es un parámetro importante dentro del compostaje, por lo que al ser un proceso biológico de descomposición de los residuos orgánicos, el agua es indispensable para que los microorganismos cumplan con sus funciones metabólicas y pueden participar en este proceso, es por esto que si se tiene un rango menor a 30% de humedad la actividad biológica decrecerá y por consiguiente el proceso de compostaje tardara mucho más tiempo, al tener un porcentaje mayor a 70% se reduce la transferencia de oxígeno en pila de compost por el exceso de agua originando malos olores y proliferación de vectores (huevos de moscas de la fruta)

Para el proceso de compostaje se tomó el valor total de los residuos orgánicos 345,8 Kg, además se agregó varios materiales compostables los mismos que se muestran en la Tabla 10. Una vez generado el compost, mediante los resultados del análisis del compost se obtuvo un compost tipo B, esto de acuerdo con la clasificación del compost propuesta por (INN, 2003).

Para alcanzar un compost tipo A se requiere enriquecer la mezcla de material compostable con sustancias de origen orgánico como las descritas por Intagri (2017), por medio de los resultados obtenidos se sugiere que sean enriquecidos con harina de

sangre, roca fosfórica y sulfato de potasio para que se eleven los macronutrientes en el compost.

En el proceso de compostaje se produjo una reducción del 47% del total de materia a ser compostada, esto con la proyección de la cantidad de residuos orgánicos generada al mes, se obtiene 26,74Ton/mes de compost que representan a 535 quintales de compost que pueden ser generados al mes en el centro de gestión de residuos sólidos. Con la cantidad generada al mes se realizó un cálculo para estimar el precio de venta, el cual será a \$9,30 por quintal, este valor puede competir con los demás compost que se comercializan en Cayambe, la comparación de precios se muestra en la Tabla 36.

Para la adquisición del carro recolector se pretende elevar la tasa de cobro, esta tasa de cobro tiene un valor actual entre 0,20 ctvs de dólar, a \$1,50, estos valores varían con respecto a las distancias de recolección que realiza la volqueta para brindar el servicio de recolección, estos valores no les permite realizar nuevas contrataciones de personal de recolección o la adquisición de un nuevo camión recolector.

El crecimiento demográfico de la parroquia Ayora provoca una mayor cantidad de residuos que deben ser trasladados para darles un tratamiento final en el botadero, los “residuos generados en el proceso de excreción constituye uno de los factores más relevantes para comprender el conflicto ambiental actual” (Solíz M. F., 2017). Esto se observa en el territorio de Pingulmí, que va teniendo un impacto socio ambiental progresivo.

Con los resultados de la proyección poblacional para el año 2038 calculada en el Capítulo 4 del presente estudio, los 20 años de proyección es el tiempo propicio para amortizar la inversión del nuevo carro recolector, sueldos de operarios, costos de operación y mantenimiento.

En la actualidad la volqueta que realiza la recolección hace dos viajes por día y recorre una ruta de entre 15 a 20 kilómetros por ruta, “se consume 0,26 kilómetros/litro” (Gershtein, 2018). Representando un gasto de \$22,55 por ruta, hay que tener en cuenta que actualmente el servicio de recolección se lo realiza de lunes a viernes, con un horario de recolección diurno que da inicio desde las 7:30 am hasta las 12:00 am, y en la tarde desde las 2:30 pm hasta las 4:30 pm.

Realizando los cálculos pertinentes se obtuvieron datos importantes para hacer el análisis de la viabilidad del carro recolector. Para llegar al equilibrio y recuperar el monto que será invertido, la tasa de cobro deberá ser de \$2,66 familia/mes. La tasa de inversión es del 17,87%, dicha tasa es mayor que el 8% de la inflación del país, por lo tanto, se puede invertir en el proyecto para una duración de 20 años.

Con la adquisición del nuevo carro recolector, se generan los siguientes impactos positivos como: el ahorro en el tiempo de recolección de los RS, reducción del número viajes al día y reducción de consumo de diésel por parte del camión recolector.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se caracterizó los RS de la parroquia Ayora obteniendo resultados conforme a la población total de dicha parroquia, el PPC de la parroquia tiende a un crecimiento exponencial de la población, respondiendo a un modelo de producción lineal generando un metabolismo social de excreción creciente que afecta a la población de Pingulmí y que puede provocar y profundizar los conflictos socio ambientales.
- Se encontró que mientras más alta la posición socioeconómica de la familia existe mayor producción de RS.
- Las personas de las comunidades El Prado y San Esteban al estar en el estrato C, es decir, están en zonas de menor posición socioeconómica, tienen unos estilos de vida más sustentables, debido a que reciclan gran parte de sus residuos orgánicos en sus propias fincas familiares, pero se observa que no reciben una adecuada cobertura del servicio de recolección.
- Se encontró un porcentaje de 44% de residuos orgánicos que tiene el potencial de ser aprovechable para la producción de abono agrícola para la parroquia Ayora.
- Se dio a conocer los parámetros técnicos para el diseño, almacenamiento y disposición final de los residuos orgánicos de la parroquia Ayora, mediante el análisis de factibilidad para implementar un centro de gestión de residuos sólidos con fines de bioinsumo (compost).
- Se analizó la alternativa para adquirir un carro recolector, empleando indicadores económicos, con respecto al TIR la adquisición de este vehículo es favorable debido a que es mayor a la inflación global del país, el VAN responde

al cálculo de la proyección a 20 años a partir de la implementación del mismo, donde la tasa de cobro deberá aumentar a \$2,66 para amortizar dicha inversión en este periodo de tiempo.

- Se presentó un análisis costo beneficio donde se determina los impactos positivos que tendrá adquirir el carro recolector, disminuyendo los números de viajes que realiza la volqueta hacia Pingulmí, generando un menor consumo de diésel y por consiguiente un ahorro económico.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar campañas de socialización a la población de la parroquia con temas de educación ambiental, para reducir las malas prácticas que se generan al momento de dar disposición final a los desechos generados en cada vivienda.
- Se recomienda realizar un plan de recolección diferenciada para optimizar la disposición final de los RS generados, mediante la recolección diferenciada se podrá disponer el 100% de los residuos orgánicos hacia el centro de gestión de residuos sólidos con fines de bioinsumo, generando sustentabilidad agrícola en el territorio.
- Se recomienda mejorar la cobertura a todos los sectores de la parroquia Ayora.
- Se recomienda implementar la propuesta de adquisición del carro recolector para dar un mejor servicio a la comunidad.
- Se recomienda realizar capacitaciones periódicas al personal de recolección de RS para optimizar el servicio otorgado y disminuir riesgos laborales derivados de las actividades cotidianas que realizan.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., & Martínez, E. (2017). La acumulación de desperdicios y el desperdicio de las riquezas: una mirada desde los Derechos de la Naturaleza . En M. F. Solíz, *Ecología política de la basura Pensando los residuos desde el Sur* (pág. 53). Quito: Abyayala.
- Acurio, G., Rossin, A., Teixeria, P., & Zepeda, F. (1997). *DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Pictures/paper/Diagn%C3%B3stico%20de%20la%20situaci%C3%B3n%20del%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf
- Agromática. (2012). *Relación C/N (carbono/nitrógeno) en el suelo*. Obtenido de <https://www.agromatica.es/relacion-cn-o-carbono-nitrogeno/>
- Aguilar, M. (2009). *Reciclamiento de basura - una opción ambiental comunitaria*. México: Trillas.
- Alibaba. (2018). *4*2 comprimido camión de basura 10 toneladas de capacidad camiones de basura*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/4-2-compressed-garbage-truck-10tons-capacity-garbage-trucks-60164142153.html?spm=a2700.8699010.29.117.743348fa0TU6x>
- Ambientum. (2018). *Relación Carbono - Nitrógeno*. Obtenido de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/relacion_carbono_nitrogeno.asp

- Avalos, V. (2011). *Influencia de las estrategias de costso en la utilidad neta de la empresa servicios agroindustriales del norte R.I.R.L.* Obtenido de http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3713/avalos_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barreda, A. (2017). Economía Política de la actual basura neoliberal. En M. F. Solíz, *Ecología política de la basura Pensando los residuos desde el Sur* (pág. 95). Quito: Abyayala.
- Barros, D. (2010). *Evaluación y rendimientos en el sistema en el sistema de gestión final de los residuos sólidos en el cantón Mejía.* Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2410/1/CD-3142.pdf>
- Bertolino, R., Fogwill, E., Chidiak, M., Cinquangelis, S., & Forgione, M. (2007). *EXPERIENCIAS URBANAS DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS EN 10 MUNICIPIOS DE ARGENTINA.* Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/experiencias/indice.pdf>
- Borja, R., & Tigua, J. (2015). *Análisis de Desechos Sólidos Domiciliarios Generados en el Sector Isla Trinitaria de la Ciudad de Santiago de Guayaquil.* Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88602/D-70061.pdf>
- Boteo, E. (2004). *ESTUDIO FINANCIERO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN HOTEL, RESTAURANTE Y PARQUE RECREATIVO EN JUTIAPA.* Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/lote01/Botero-Elmer.pdf>
- Cajitambo, J. (2013). *PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR EL SECTOR HOTELERO DE LA CIUDAD PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA.* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3404/1/236T0098%20.pdf>

Castañón , M. (2011). *Todo Residuos*. España: Wolters Kluwer.

Cordova, L. (2016). *PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN LA ACTIVIDAD MINERA, EMPLEANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES Unidad Minera del Sur*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3086/IAcoqulf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cuervo, J. (2018). *GUÍA TÉCNICA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS DE COMPOSTAJE Y LOMBRICULTURA*. Obtenido de http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

Díaz, R., & Escárcega, S. (2009). *Desarrollo sustentable oportunidad para la vida* . México : Mc Graw Hill.

Donoso, M. (2017). Pequeña historia sobre cómo los residuos invadieron nuestro continente. En M. F. Solíz, *Ecología política de la basura Pensando los residuos desde el Sur* (pág. 73). Quito: Abyayala.

Escuela de capacitación agraria y agroalimentaria. (2009). *El compostaje de subproductos agrícolas* . Obtenido de <http://www.agroecologia.net/recursos/material%20divulgativo/2009/encuentro-fp-catarroja/TEMA%204%20word%20entrega.pdf>

Foladori, G. (2001). *La economía ecológica*. Obtenido de http://rimd.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad10.pdf

- Gaibor, I. (2012). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACION DE UNA EMPRESA QUE OFRECE SERVICIOS TECNOLÓGICOS DEDICADA A LA FORMACION DE EDUCANDOS EN EL AREA DE INFORMATICA EN VALDEMORO*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5667/1/T-ESPE-033904.pdf>
- García, B., & González, C. (2017). *Manual básico de compostaje*. Obtenido de http://www.campoodeyuso.com/mediapool/136/1367893/data/Nueva_carpeta/Gu_a_de_compostaje_vfinal_.pdf
- García, H., Toyo, L., Acosta, Y., Rodríguez, L., & El Zauahre, M. (2014). *Percepción del manejo de residuos sólidos urbanos (fracción inorgánica) en una comunidad universitaria*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/904/90432809002.pdf>
- Gershtein, S. (2018). *km/gal - Km por galón. Conversor de unidades*. Obtenido de https://www.convert-me.com/es/convert/fuel/kmpgfuel_1.html?u=kmpgfuel_1&v=1
- INEC. (25 de 9 de 2018). *Proyecciones poblacionales*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- INN. (07 de 11 de 2003). *Compost-Clasificación y requisitos*. Obtenido de <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>
- Intagri. (2017). *Fuentes orgánicas de N-P-K para la nutrición de cultivos*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/fuentes-organicas-de-n-p-k-para-la-nutricion-de-cultivos>

- ITSON, I. (2014). *Determinacion del costo unitario una herramienta financiera eficiente en las empresas*. Obtenido de <https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no87/Pacioli-87-eBook.pdf>
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería ambiental, fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid : McGRAWHILL.
- Laroche, M. (2016). *Agroecología y desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://cpalsocial.org/documentos/378.pdf>
- Leff, E. (1994). *Ecología y Capital*. Argentina: Siglo Veintiuno.
- MAE. (2010). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- MAE. (2017). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE-PNGIDS)*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/PNGIDS-AGOSTO-2017.pdf>
- MAEPERU. (2015). *Guia metodologica para el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales EC-RMS*. Obtenido de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>
- Mancheno, M. (2014). *EL HABITUS CIUDADANO EN LA RELACIÓN CON LA BASURA: ESTUDIO DE DOS BARRIOS EN QUITO*. Obtenido de <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/7515/2/TFLACSO-2014MGMP.pdf>
- Martínez, C. (2012). *Estadística y muestreo*. Bogotá: Ecoe.

- Martínez, F. R. (2011). Tratamiento Aerobio de Residuos Sólidos Orgánicos. En L. Márquez Benavides, *Residuos Sólidos un enfoque multidisciplinario* (pág. 178). México: LibrosEnRed.
- Meléndez, G., & Soto, G. (2003). *Taller de abonos orgánicos*. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>
- Mercadolibre. (2018). *Trituradora -picadora De Organicos*. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-416567739-trituradora-picadora-de-organicos-_JM
- Miflota. (2018). *Miniexcavadoras Yanma VIO 5.5* . Obtenido de <https://www.miflota.com/catalogo/miniexcavadoras/detalle/3787/miniexcavadoras-yanma-vio-55-guayaquil>
- Morán , C. (2017). *¿qué es la economía ecológica?* Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/99-economia.pdf>
- Municipalidad distrital de Comas. (2014). *ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL DISTRITO DE COMAS*. Obtenido de http://www.municomas.gob.pe/anuncios/Estudio_de_Caracterizacion_de_Residuos_domiciliarios.pdf
- Navarro, R. (2002). *Manual para hacer composta Aeróbica*. Obtenido de <http://latinamericacaribbean.recpnet.org/uploads/resource/cc1bd87a29c857c262b2655a94510754.pdf>

O’Ryan, J., & Riffo, M. (2007). *El compostaje y su utilización en agricultura.*

Obtenido de

http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/1907/1El_compostaje_y_su_utilizacion_en_agricultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ONU. (2017). *AUMENTA LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN AMÉRICA LATINA*

Y EL CARIBE MIENTRAS 145.000 TONELADAS AÚN SE DISPONEN DE FORMA INADECUADA CADA DÍA. Obtenido de

<http://web.unep.org/americalatinacaribe/es/aumenta-la-generaci%C3%B3n-de-residuos-en-am%C3%A9rica-latina-y-el-caribe-mientras-145000-toneladas-a%C3%BAn-se>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2013). *Fiscalización Ambiental*

en residuos sólidos de gestion municipal provincial. Obtenido de

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926

Palacios, J. (2016). *LOS COSTOS VARIABLES Y SU INCIDENCIA EN EL MARGEN*

DE CONTRIBUCIÓN. Obtenido de

<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1559/1/T-ULVR-0345.pdf>

PDOT AYORA. (2015). *ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO Y*

ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE AYORA, CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA. Obtenido de

[http://app.sni.gob.ec/sni-](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf)

[link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768167320001_diagnostico%20gad%20ayora_31-10-2015_00-04-23.pdf)

- Penagos, J., Buzón, J., Vergara, D., & Molina, E. (2011). *Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido*. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/643/501>
- Pérez, A. (2008). *MANUAL D MANUAL DE COMPOSTAJE* . Obtenido de http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_compostaje.pdf
- Reina , J. (2013). *Metabolismo Social: Hacia la sustentabilidad de las transiciones socioecológicas urbanas*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12514/1/890519-2013.pdf>
- Ríos, A. (2009). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3066/GESTIONINTEGRAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Robles, M. (2015). *EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE TEMPERATURA, PH Y HUMEDAD PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LEONCIO PRADO*. Obtenido de https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/EVALUACI%C3%93N%20DE%20PAR%C3%81METROS%20DE%20TEMPERATURA%2C%20PH%20Y%20HUMEDAD%20PARA%20EL%20PROCESO%20DE%20COMPOSTAJE%20EN%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20RESIDU
- Rodríguez, R. (2014). *MANUAL DE COMPOSTADO Y VERMICOMPOSTADO DOMÉSTICO*. Obtenido de <http://www.a21-granada.org/red-gramas/images/Manual.de.Compostaje.pdf>

- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR Experiencias en América Latina*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Rosemberg, E. (2014). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/caracterizacion-de-los-residuos-solidos-domiciliarios/>
- S.L, E. c. (2012). *UF0284: Recogida y transporte de residuos urbanos o municipales*. España: INNOVA.
- Sakurai, D. K. (2000). *METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.htm>
- 1
- Sandra, H., & Rocío, C. (2016). *Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041529>
- Segat. (2016). *ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO TRUJILLO*. Obtenido de <https://docplayer.es/73232521-Estudio-de-caracterizacion-de-residuos-solidos-municipales-del-area-urbana-del-distrito-trujillo-informe-final-ecology-yasjomi-e-i-r-l.html>
- SENPLADES. (2012). *Registro Oficial N° 290*. Obtenido de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/REGISTRO-OFICIAL_DISTRITOS-Y-CIRCUITOS.pdf

- SENPLADES. (2015). *NORMAS PARA LA INCLUSIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS EN LOS PLANES DE INVERSIÓN PÚBLICA*. Obtenido de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Guia_general-par_-la_presentaci%C3%B3n_de_proyectos_de_inversi%C3%B3n.pdf
- Siguas, S. (2003). *Proyecto de inversión para el servicio de alquiler de montacargas*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/siguas_ss/siguas_ss.pdf
- Silva, J., López, P., & Valencia, P. (2011). *RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN FASE SÓLIDA A TRAVÉS DEL COMPOSTAJE*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compostaje.pdf>
- Solis, G. (2017). *CARACTERIZACIÓN Y PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, EN LA COMUNIDAD DE LLANGAHUA - TUNGURAHUA*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7034/1/236T0281.pdf>
- Solíz, M. (2015). *Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador*. 25.
- Solíz, M. F. (2016). *Ecología política: Dialéctica de la naturaleza*. En M. F. Solíz, *Salud colectiva y ecología política-La basura en Ecuador* (pág. 50). Quito: La Tierra.
- Solíz, M. F. (2017). *¿Por qué un Ecologismo Popular de la basura?* En M. F. Solíz, *Ecología política de la basura Pensando los residuos desde el Sur* (pág. 21). Quito: Abyayala.

- Soto, M. (2016). *PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS SEGÚN FACTORES SOCIOECONÓMICOS DE LOS HABITANTES DEL CENTRO POBLADO MINA RINCONADA ANANEA, SAN ANTONIO DE PUTINA, PUNO*. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3527/Soto_Vilca_Marco.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Steiner, M., & Wiegel, U. (2008). En *El libro de la basura - Una guía básica para la gestión de residuos* (pág. 6). Madrid: Clagsa.
- Sukampo. (2018). *Picadora Jf 30p*. Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-417302165-picadora-jf-30p-_JM
- Sztern, D., & Pravia, M. (1999). *MANUAL PARA LA ELABORACION DE COMPOST BASES CONCEPTUALES Y PROCEDIMIENTOS*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf?fbclid=IwAR293ldS4gFtr6vymerlYfrm1iNt9IKAeFtEe2jdWNvhpuMMYOBYZ02mw1w>
- Tchobanoglous, G. (1998). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. México : McGRAW.
- Toledo & González. (2005). EL METABOLISMO SOCIAL: LAS RELACIONES ENTRE LA SOCIEDAD Y LA NATURALEZA. En E. Morin, F. Garrido, M. G. Molina, G. Munda, M. Nardo, A. Puleo, . . . Á. Valencia, *El paradigma ecológico en las ciencias sociales* (pág. 19). México: En Prensa.
- Toledo, V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 26.
- Torres, J., & Paredes, J. (2017). *ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LOS NUEVOS ALOJAMIENTOS TURÍSTICOS REGULADOS POR EL*

MINISTERIO DE TURISMO EN EL AÑO 2015 PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EQUILIBRIO EN PUERTO AYORA – GALÁPAGOS. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10484/1/T-UCE-0004-TE004-2017.pdf>

Triola, M. (2004). *Estadística*. México : Pearson Educacion.

8. ANEXOS

Anexo 1 Encuesta realizada a la población.



ENCUESTA HÁBITOS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

FECHA:	COMUNIDAD	BARRIO
CÓDIGO:		
DIRECCIÓN:		

Marque con un visto (✓) o una (x) su respuesta.

PREGUNTA

RESPUESTA

1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

--

2. ¿Dónde realiza Ud. sus compras, con qué frecuencia y cuánto gasta?

Tiendas			
Bodegas			
Supermercados			
Ferias			

3. ¿Al momento de transportar sus víveres Ud. utiliza?

Fundas plásticas	
Canastos o sestras	
Bolso reciclable	

4. ¿Conoce Ud. qué es el reciclaje de residuos clasifica o no clasifica?

Si		
No		

5. ¿Cuál es el tipo de residuo que más se genera en su hogar?

Orgánicos (vísceras, restos de frutas, hortalizas, etc.)	
Inorgánicos (papel, cartón, plástico, metales, vidrio)	
Los dos por igual	

6. ¿Qué tipo de residuos Ud. clasifica?

Cristal	
Pilas	

Papel y cartón	
Materia orgánica	
Plástico y metal	
Medicamentos	
Otros	

7. ¿Si clasifica los residuos como los utiliza?

Los quema	
Los utiliza como alimento para animales	
Los vuelve a utilizar	
Los utiliza como abono para sus cultivos	

8. ¿Cuántas fundas o empaques desecha diariamente en su hogar al realizar sus compras?

0 - 3 fundas	
4 – 6 fundas	
7 - 9 fundas	
10 o más fundas	

9. ¿Qué tratamiento cree Ud. que se debería dar a los desechos orgánicos domésticos?

Separar los residuos en la casa	
Tratarlos para obtener otros materiales como abonos	
Depositarlos en botaderos fuera de las ciudades	
Incinerarlos	

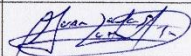
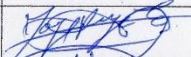

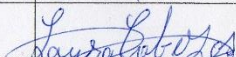
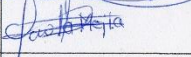
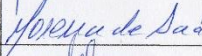
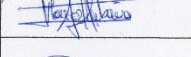
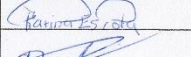

10. ¿Estaría Ud. dispuesto a clasificar los desechos mediante un adecuado asesoramiento?

Si	
No	

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 2 Registro por estrato de viviendas empadronadas

Registro de viviendas del estrato A


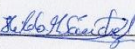
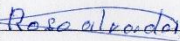
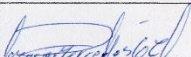

REGISTRO DE VIVIENDAS EMPADRONADAS							
Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOMBRE APELLIDO	CÉDULA	Nº HABITANTES	NÚMERO DE TELÉFONO	FIRMA
1	VA-001	Barrio Galápagos Calle Carachi e Imbabura	Jessy Bermeo	0503080483	5	022138644	
2	VA-002	Calle Oro parque Central	Victor Arroyo	1701651731	3	0994617470	
3	VA-003	Calle Oro y Esmeraldas	Rodrigo Cabezas	1705919890	3	0980433277	
4	VA-004	Calle Esmeraldas y Azuay	Rocio Sánchez	1715086961	6	022138804	
5	VA-005	Av. Pichincha	Laura Cabezas	1701676494	4		
6	VA-006	Panamericana Norte	Edelina Aguas	1755055884	9	0959920266	
7	VA-007	Panamericana Norte	Morena Granja	0601140619	6	022361726	
8	VA-008	Panamericana Norte	Mónica Simbana	1710782267	5	022360432	
9	VA-009	Nápoles, Panamericana Norte	Karina Escala	1004525260	3	023626672	
10	VA-010	Conjunto Nápoles Casa 5	Dylan Pinto	1755576244	4	0968473952	
11	VA-011	Conjunto Nápoles Casa 6	Damaris Montes Ilva	1753160133	7	3610570	

Registro de viviendas del estrato B

REGISTRO DE VIVIENDAS EMPADRONADAS

Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOMBRE APELLIDO	CÉDULA	Nº HABITANTES	NÚMERO DE TELÉFONO	FIRMA
01	VB-001	Comunidad Cariacú Barrio Oriente	Darwin Catacomba	1704173911	4	0958918025	
02	VB-002	Comunidad Cariacú Barrio Oriente	Luz Ulwango	1704857323	5	0997437528	<i>Luz Ulwango</i>
03	VB-003	Comunidad Cariacú Barrio La Florida	Azucena Lechon	1716537178	5	2129003	<i>Azucena Lechon</i>
04	VB-004	Comunidad Cariacú Barrio La Florida	Yulid Cando	1728237016	5	229087	<i>Yulid Cando</i>
05	VB-005	Comunidad Cariacú Barrio La Florida	María Ulwango	1712429123	4	2129086	<i>María Ulwango</i>
06	VB-006	Comunidad Cariacú Barrio La Florida	Esperanza Guacan	1720418639	4	2129043	<i>Esperanza Guacan</i>
07	VB-007	Comunidad Cariacú Barrio La Florida	María Putamari	1710343342	2	098458279	<i>María Putamari</i>
08	VB-008	Comunidad Cariacú Barrio La Florida	Jose Cadena	1704861274	6		<i>Jose Cadena</i>
09	VB-009	Comunidad Cariacú	Luis Gualabisi	1711912897	6	0984799724	<i>Luis Gualabisi</i>
10	VB-010	Comunidad Cariacú	María Guajan	1716109044	10		<i>María Guajan</i>
11	VB-011	Comunidad Cariacú	Marina Ulwango	1707938286	6	2129189	<i>Marina Ulwango</i>

Registro de viviendas estrato C

REGISTRO DE VIVIENDAS EMPADRONADAS							
Nº	CÓDIGO	DIRECCIÓN	NOMBRE APELLIDO	CÉDULA	Nº HABITANTES	NÚMERO DE TELÉFONO	FIRMA
1	VC-001	Hacienda el Prado	Verónica Sanchez	1004050785	7	0979288633	
2	VC-002	Hacienda el Prado	Mario de Milan	1003218927	4	0969793890	
3	VC-003	Hacienda el Prado	Hilda Sanchez	1708667637	5	0990043750	
4	VC-004	Hacienda el Prado	Angie Torres	1732473210	4	0967941229	
5	VC-005	Calle Neptali Espinosa y Fabian Almeida	Rosa Bobina Salvador	1706314372	6	0990150862	
6	VC-006	Barrio Santa Clara	Elizabeth Cabascango	1787517809	7	0997929420	
7	VC-007	N. 6 de Diciembre y Guillermo Nunez	Achita Sanchez	1797697036	5	0916327319	
8	VC-008	Calle las Palmeras	Maria Quilumbaguin	1007898896	4	0987231099	
9	VC-009	Hacienda el Prado	Blanca Chico	170165561-3	2	0943563357	
10	VC-010	La Buena Esperanza de La Compania	Rosario Torres	1703952737	3	0997956969	
11	VC-011	La Buena Esperanza de La Compania	Maria Yampuzon	1723877317	7	0983250173	

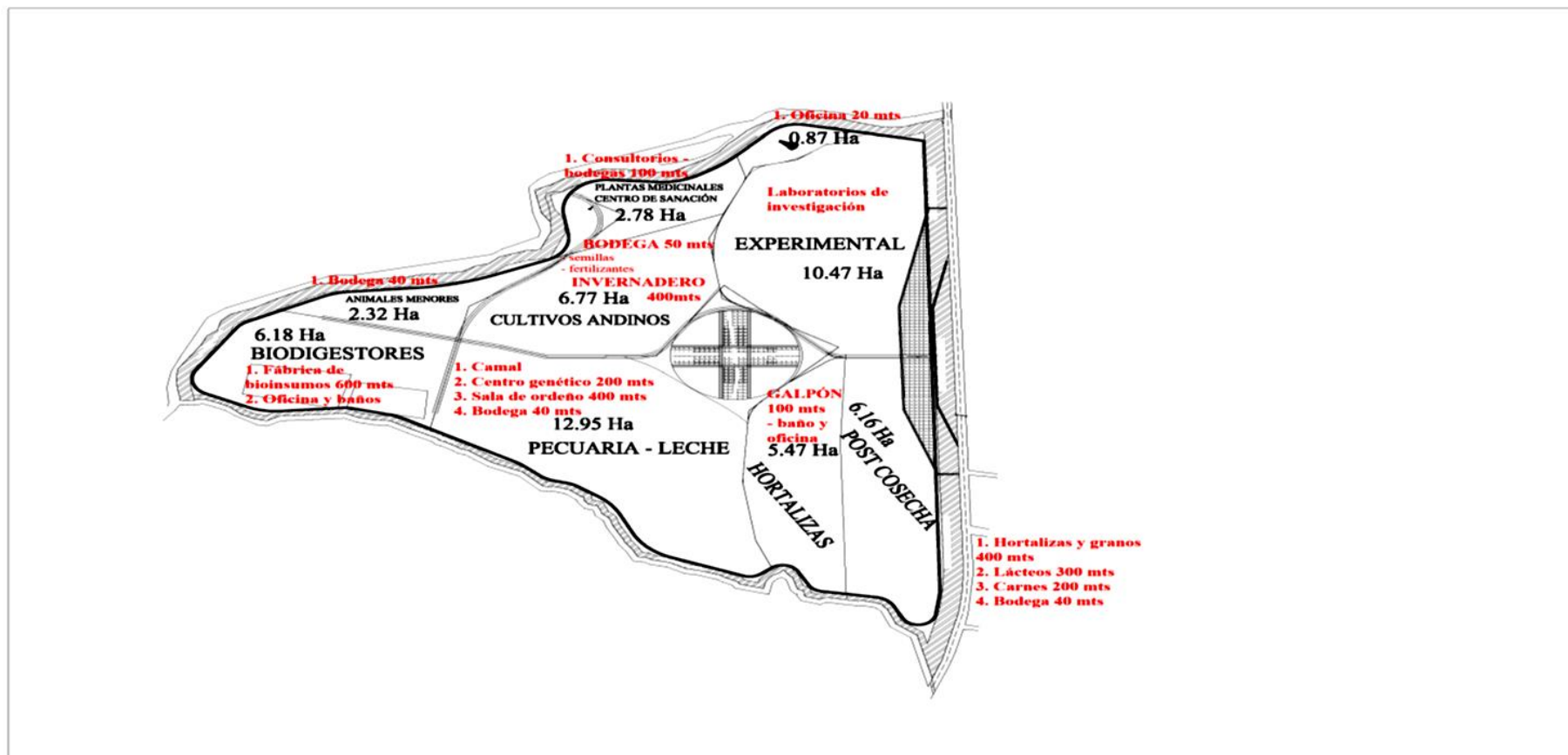
Anexo 3 Sticker de codificación para viviendas



Anexo 4 Análisis de laboratorio del compost

[illegible]

Anexo 5 Localización del centro de gestión de residuos sólidos



Anexo 6 Distribución del centro de gestión de residuos sólidos

